http://alexir.org

https://t.me/ixirbook

كراسات الثقافة العلمية

سلسلة غير دورية تعنى بتيسير المعارف والمفاهيم العلمية





القرن العشرين

حاتم صدقى







كراسات «الثقافة العلمية»

سلسلة غير دورية تعنى بتيسير

المعـــارف والمفاهيـم العلميـــة

رئيس التحرير أ.د. أحمد شوقي   مدير التحرير أ. أحمد أمين

المراسلات :

المكتبـــة الاكاديميـــة

شركة مساهمة مصرية

رأس المال المصدر والمدفوع ١٨,٢٨٥,٠٠٠ جنيه مصرى

١٢١ شارع التحرير - الدقي - الجيزة

القاهرة - جمهورية مصر العربية

تليفون: ٣٣٦٨٢٨٨-٧٤٨٥٢٨٢(٢٠٢)

فاكس: ٧٤٩١٨٩٠(٢٠٢)



أهم اختراعات واكتشافات القرن العشرين



كراسات «الثقافة العلمية»

سلسلة غير دورية تعنى بتيسير

المعـــارف والمفاهيــم العلميــــة

رئيس التحرير أ.د. أحمد شوقي　　مدير التحرير أ. أحمد أمين

المراسلات :

المكتبـــة الاكاديميـــة

شركة مساهمة مصرية

رأس المال المصدر والمدفوع ١٨,٢٨٥,٠٠٠ جنيه مصرى

١٢١ شارع التحرير - الدقى - الجيزة

القاهرة - جمهورية مصر العربية

تليفون :٧٤٨٥٢٨٢-٣٣٦٨٢٨٨ (٢٠٢)

فاكس : ٧٤٩١٨٩٠ (٢٠٢)



المكتبة الأكاديمية

شركة مساهمة مصرية

الحاصلة على شهادة الجودة

ISO 9002

Certificate No.: 82210

03/05/2001

أهم اختراعات واكتشافات القــرن العشــرين

أهم اختراعات واكتشافات القـــرن العشـــرين

حاتم صدقى



الناشر
المكتبة الاكاديمية
شركة مساهمة مصرية
٢٠٠٧

بطاقة فهرسة الكتاب :

صدقي ، حاتم

أهم اختراعات واكتشافات القرن العشرين / حاتم صدقي . - ط١ . - الجيزة - المكتبة الأكاديمية، ٢٠٠٦

٢٠٨ ص ؛ ١٧ سم . - (كراسات الثقافة العلمية)

تدمك ٣-٣٠٣-٢٨١-٩٧٧

١ - الاختراعات　　أ - العنوان　　٦٠٨,٧

٢ - الاكتشافات

رقم الإيداع ٢٠٠٦/٢٠٧٤٦

حقوق النشر

الطبعة الأولى ٢٠٠٧م ١٤٢٧هـ

حقوق الطبع والنشر © جميع الحقوق محفوظة للناشر :

المكتبة الأكاديمية

شركة مساهمة مصرية

رأس المال المصدر والمدفوع ١٨,٢٨٥,٠٠٠ جنيه مصري

١٢١ شارع التحرير - الدقي - الجيزة

القاهرة جمهورية مصر العربية

تليفون : ٧٤٨٥٢٨٢ ٣٣٦٨٢٨٨ (٢٠٢)

فاكس : ٧٤٩١٨٩٠ (٢٠٢)

لا يجوز استنساخ أي جزء من هذا الكتاب بأي طريقة كانت إلا بعد الحصول على تصريح كتابي من الناشر .

كراسات الثقافة العلمية

هذه السلسلة :

تمثل تلبية صادقة للمساهمة فى الجهود التى تعنى بتيسير المعارف والمفاهيم العلمية لقراء العربية . إن هذا المجال المهم ، الذى نأمل أن يساعد فى إدماج ثقافة العلم ومنهجه فى نسيج الثقافة العربية ، يحتاج إلى طفرة كمية ونوعية هائلة ، وإلى فرز للجيد والردىء والنافع وغير النافع ، بل وإلى كشف الاتجاهات المعادية للعلم ، حتى إن قدمت باسم العلم . إننا ننطلق من قناعة كاملة بتقدير ثقافتنا العربية والإسلامية الأصيلة للعلم والعلماء ، ومن استناد إلى تاريخ مشرف للعطاء العلمى المنفتح على مسيرة العطاء العلمى للإنسانية فى الماضى والحاضر والمستقبل ، ومن تطلع إلى أن نستعيد القدرة على هذا العطاء كى نشارك فى تشكيل مستقبل البشرية ، الذى تلعب فيه الثورة العلمية والتكنولوجية دوراً محورياً كقوة دافعة ومؤثرة فى الوعى المعرفى للبشر وفى مجمل أنشطتهم ونوعية

حياتهم ، بل وفى قدرتهم على الإمساك بزمام أمورهم . وإذا كنا نؤمن بأهمية تحول مجتمعاتنا العربية إلى مجتمعات علمية فى فكرها وفعلها ، فإن ذلك لن يتأتى إلا بنشر واسع ومتميز لثقافة العلم بكل أشكالها . ونأمل أن تكون هذه السلسلة ، التى تبنتها المكتبة الأكاديمية ، خطوة على هذا الطريق .

هذه الكراسة :

يقدم فيها الأستاذ حاتم صدقى نخبة منتقاة من أهم اختراعات واكتشافات القرن العشرين، بأسلوب مبسط يلائم قطاعات عريضة من القراء من مختلف الأعمار، وهو فى ذلك يستند إلى خبرة طويلة فى الإعلام العلمى، الذى تتلمذ على أيدى أحد رواده، الأستاذ صلاح جلال. وقد شغل خلال مسيرته المهنية رئاسة القسم العلمى وقسم البيئة بالأهرام لمدة طويلة، وهما من أقوى الأقسام العلمية بصحافتنا المصرية. كما أنه يرأس حالياً تحرير عدد من دوريات الإعلام العلمى للهيئات المختلفة، ويشغل عضوية مجلس الإدارة بعدد آخر من الهيئات.

وله العديد من الدراسات والترجمات ذات الصلة. وقد أحسن المؤلف صنعاً بوضع معايير لاختياراته، واحتفى بالسياق التاريخى للاختراع والاكتشاف، ولم يهمل الأعمال السابقة التى تقود إلى كل منها. وسلسلة كراسات الثقافة العلمية يسعدها أن ترحب بالكاتب والكراسة وتقدمها لقراء العربية، آملة أن تسهم فى اجتذاب الأجيال الجديدة إلى هذا المجال الحيوى الهام.

د. احمد شوقي

يناير ٢٠٠٧

قائمة المحتويات

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

تمهيد

العلم والتسلسل التاريخى

بداية أستطيع القول أن فكرة هذا الكتاب قد نشأت من سؤال وجهه لى أحد أصدقائى حول رأيى فى أهم اختراع أو اكتشاف علمى شهده القرن العشرين بكل ما حفل به من تقدم علمى تجاوز كل ما حققه الإنسان منذ بداية التقويم الميلادى، فقلت لنفسى «لماذا لا تكون إجابتى لهذا السؤال موضوعاً لكتاب مبسط أعده ليكون أمام أبنائنا من الجيل الجديد شاهداً على أهم المنجزات العلمية التى تحققت فى القرن العشرين ومبشراً بما يمكن أن يتحقق فى القرن الحالى؟» ويهمنى قبل أن أتكلم عن أهم الاختراعات أو الاكتشافات العلمية فى القرن الماضى أن أضع تعريفاً محدداً لكل منهما ومن ثم أحدد الفرق بينهما، حيث ألاحظ فى بعض الأحيان أن هناك خلطاً فيما بينهما عند البعض، فالاكتشاف هو كشف النقاب عن شيء موجود فعلاً فى الكون، ولكن أحداً لم يصل إليه قبل مكتشفه، أى أن يكون الباحث أو العالم

المكتشف هو أول إنسان ترصد عينه ذلك الشيء المكتشف، كأن يتوصل إلى اكتشاف نوع من الصخور أو المعادن ذات مواصفات خاصة غير مسبوقة تميزه على ما عداه، أما الاختراع فهو عملية إنتاج فكرى لشيء جديد ذى استخدامات جديدة أو مطورة تحقق ميزة لمستخدمه سواء كان ذلك آلة أو جهاز أو جزءاً مكملاً بجهاز أو غيره مما يعود بميزة جديدة على المستخدم كالإنجاز الأسرع أو ترشيد الطاقة إلى غير ذلك.

وينبغى أن نشير هنا إلى حقيقة هامة وهى أن الاختراعات العلمية لا تحدث بمعزل أو فى غيبة عما يجرى فى أروقة البحث العلمى، ولكنها تأتى محصلة لتراكم علمى ومعرفى كبير ومستمر على مدى فترات زمنية طويلة، ويبدأ فيها كل باحث أو عالم من حيث انتهى الآخرون وما توصلوا إليه من نتائج وملاحظات. ولذلك لا يمكن أن نتصور مثلاً أن عالمًا يمكن أن يقبع بمعمله عشر أو عشرون سنة دون أن يتصل بالعالم من حوله ثم يخرج على العالم بجديد لا يعرفه من يشتغلون فى مجاله، وإنما لابد أن يكون عمله وما توصل إليه

مستنداً على نتائج كل من سبقوه وأن يبدأ من حيث انتهوا هم. ويمكن أن نوضح ذلك بطرح السؤال التالى: ماذا يمكن أن يحدث لو أن العالم الدكتور أحمد زويل كان قد خرج على الدنيا فى عام ١٨٠٨، قبل أن يقوم العالم البريطانى جون دالتون بوضع نظريته عن الذرة، وقال لقد تمكنت من رصد حركة الإليكترونات وانتقالها من ذرة إلى أخرى أثناء التفاعلات الكيميائية وتصوير ذلك على لوح فوتوغرافى بسرعة الفيتوثانية، وهو جزء من مليون بليون جزء من الثانية، هل كان أحد سيصدقه؟ بالطبع لا، بل إنه كان سيتهم بالجنون والهرطقة، لأن أحدا لم يكن يدرك شيئاً مما يقول. لأن اللغة التى يتحدث بها - أى ما يسرده من معلومات - لا تستند على الحقائق العلمية المعروفة فى ذلك الوقت، ولذلك وجد ما أعلنه الدكتور زويل فى نهاية القرن العشرين آذاناً صاغية من العلماء، لأنه كان مبنيا على ما توصل إليه العلماءقبله ومكملا له، كما كان لدى العلماء الآخرين المعلومات والحقائق والأصول العلمية التى تؤهلهم لفهم وقبول هذا الطرح الجديد وتقديره حق قدره ولهذا فاز زويل بجائزة نوبل.

لكى نتمكن من تقييم مدى أهمية اختراع ما للبشرية، نستطيع أن نضرب مثالين للتدليل على كيفية التأهيل العلمى لبعض المخترعات التى نلمس آثارها جميعاً وندرك مدى قيمتها فى حياتنا، فهل نستطيع مثلا أن نقول إن الطائرة النفاثة الفرنسية كونكورد هى أهم اختراع فى مجال الطيران فى القرن العشرين دون أن نشير إلى المحاولة الأولى لاختراع الطائرة التى قام بها الضابط الفرنسى فيليكس تمبل ببنائه أول نموذج لجسم مجنح يحمل محرك بخارى وقفز به عدة قفزات متتالية على ارتفاع حوالى متر أو أكثر قليلاً. ثم المحاولات المتكررة للاخوان رايت فى نهاية القرن الماضى والتى انتهت بالمحاولة الناجحة لأورفيل رايت صبيحة يوم ١٧ ديسمبر ١٩٠٣ عندما تمكن من التحليق لمسافة ٨٥٢ قدم فى الهواء دفعة واحدة. من غير الممكن بالطبع أن نهمل كل هذه المحاولات عند تقييمنا لاختراع الطائرة الكونكورد فى الثمانينات من القرن العشرين. كذلك لا يمكننا ونحن نتكلم عن ثورة الاتصالات فى القرن العشرين أن نقول إن التليفون والتليكس والفاكس والمحمول هى أهم إنجازات القرن العشرين فى مجال الاتصالات

دون أن نشير إلى المحاولة الأولى لبناء أول عدة تليفون فى العالم التى قام بها مدرس الطبيعة الألمانى فيليب ريس فى عام ١٨٦١ ، ثم محاولة جراهام بيل التى أجراها فى عام ١٨٧٦ بعدها بخمسة عشر عاما عندما تمكن من بناء أول عدة تليفون بمفهوم يقترب من المفهوم الذى شاهدناه فى أفلامنا فى منتصف القرن العشرين. كذلك لا يمكننا ونحن نتحدث عن عالم الاتصالات أن نغض الطرف عن أول تجربة أجريت فى العالم على استخدام موجات اللاسلكى فى نقل الرسائل قام بها الباحث الألمانى هنريك هرتز فى عام ١٨٨٧ والتى تلقف نتائجها العالم الإيطالى الشهير ماركونى فى عام ١٨٩٤ ، حيث بدأ يقوم بعدة تجارب انتهت بمحاولته الناجحة لنقل أول رسالة لاسلكية مشفرة عبر المحيط الأطلسى من مدينة كونويل بالشاطئ الإنجليزى وتم استقبالها بنجاح على الشاطئ الأمريكى. وهى المحاولة التى كانت سبباً فى حصوله على جائزة نوبل فى الطبيعة عام ١٩٠٦ . بالطبع لا يمكن أن نغفل كل هذه المحاولات التى تؤكد ما سبق قوله، من أنها كانت الأساس العلمى والمخزون المعرفى التراكمى الذى صنع ثورة الاتصالات فى العالم.

من هذه المقدمة نستطيع - إذا أردنا تحديد أهم الاختراعات أو الاكتشافات العلمية فى القرن العشرين - أن نقول أن تقييمنا لأهمية كل اكتشاف أو اختراع يجب أن يكون مستنداً على هذه الحقائق بحيث نراعى قيمة كل اختراع بالنسبة للبشرية ومدى إسهامه فى خدمة أكبر عدد من البشر، مع مراعاة الجهود السابقة التى بذلت قبله وساهمت فى تطويره، وبناء على ذلك يمكن أن نحدد أهم هذه الاختراعات.

حاتم صدقى

١ -نجاح استقبال أول إشارة صوتية مشفرة عبر الأطلنطى

فى أواخر القرن التاسع عشر، بدأ جوجليمو ماركونى (Gugliemo Marconi) تجـــاربه على الموجـــات الكهرومغناطيسية بهدف إرسال إشارات. وفى هذا الوقت كان سلك التليغراف هو أسرع طريقة للحصول على الرسائل من مكان إلى آخر باستخدام شفرة مورس الذى صمم ناقلاً للإشارات لإرسالها ومستقبلاً لاكتشاف موجات الراديو. وفى نهاية سنوات القرن، كان ماركونى يفكر فى إرسال إشارات صوتية عبر عدة أميال بلا أسلاك «لاسلكية» واجتذبت هذه الفكرة قادة القوات البحرية وقائدى السفن. وفى عام ١٨٩٨، قام ماركونى بإرسال أول رسالة لاسلكية عبر مسافة بلغت ١٨ ميل. وفى عام ١٩٠٠ سجل براءة اختراع لجهازه ونظام إرسال واستقبال الرسائل لاسلكيا. وفى يوم ١٢ ديسمبر عام ١٩٠١، حاول ماركونى إرسال أول رسالة بموجات الراديو عبر المحيط الأطلنطى رغم التنبؤات التى حذرته من أن موجات

الراديو من الممكن أن تفقد بسبب انحناء سطح الكرة الأرضية عبر تلك المسافة الطويلة. فقد قام بوضع جهاز استقبال موجات لاسلكية صممه خصيصاً لهذا الغرض بالأراضى المكتشفة حديثًا بكندا. واستخدم فى سبيل ذلك ناقلا راديويا ترابطيا (من أنبوب زجاجى مملوء ببرادة الحديد) لتوصيل موجات الراديو وبعض البالونات لرفع الهوائى عن الأرض قدر المستطاع. وتم إرسال الإشارات أو الرسالة بشفرة مورس من مدينة «بولدهو» بكورنويل فى إنجلترا. وكتب ماركونى بعد ذلك يصف التجربة قائلاً «قمت قبل الظهيرة بوضع سماعة الإشارات على أذنى وبدأت أستمع. وكان جهاز الاستقبال الموضوع أمامى على المنضدة معدا بطريقة بدائية جداً.. حيث كان مكونا من بعض الملفات والمكثفات والناقل الراديوى الترابطى.. فلم يكن هناك أى صمامات أو أى مكبرات للصوت أو حتى زجاج بلّورى، إلا أننى تمكنت أخيراً من وضع الأسس الصحيحة لكل معتقداتى بالنسبة لهذه التجربة، فجاءت الإجابة فى تمام الساعة الثانية عشر والنصف عندما سمعت صوتًا خافتًا ولكنه مميزاً يقول بيب بيب بيب، فناولت

السماعة لكيمب وسألته هل تسمع أى شيء؟ فقال نعم أسمع الحرف إس، فقد تمكن من سماعه، وأضاف ماركونى بأنه قد عرف حينئذ أن كل تنبؤاته قد تم تبريرها، حيث خرجت الموجات الكهربية المرسلة إلى الفضاء من مدينة بولدهو بانجلترا وعبرت الأطلنطى. وهذه المسافة الهائلة كما كانت تبدو حينئذ ١٧٠٠ ميل لم يعرقلها أو يعوقها انحناء سطح الكرة الأرضية، ولذلك كانت هذه النتيجة تعنى بالنسبة له أكثر من مجرد النجاح فى تجربة علمية. فقد كانت كما ذكر السير أوليفر لودج بمثابة حقبة جديدة فى التاريخ جعلته يشعر لأول مرة بأنه متأكد تماماً من أنه سيأتى اليوم الذى يتمكن فيه الإنسان من إرسال رسائله بدون أسلاك ليس فقط عبر الأطلنطى ولكن أيضاً بين الأطراف البعيدة للكوكب. ولكل ما سبق أستطيع القول أن محاولة ماركونى الناجحة لإرسال أول إشارة لاسلكية مشفرة عبر الأطلنطى قد فتحت المجال بالفعل لثورة حقيقية فى الاتصالات، حيث كان لها الفضل فى استخدام التليفون اللاسلكى والتليغراف عبر البحار وفيما بين السفن بل وفى الجو بين الطائرات بعضها البعض ومع المطارات،

كما أنها فتحت المجال فيما بعد لإرسال الصور بالراديو والبث الإذاعى والتليفزيونى وغير ذلك من التطبيقات الحديثة المهمة فى حياة البشرية ، ونظراً لأهمية موجات الراديو وجهاز اللاسلكى فى البحار فقد درج تسمية وظيفة البحار المسئول عن الاتصالات فى السفن باسم ماركونى نسبة للعالم الإيطالى الشهير الذى كانت تجربته هذه سببا فى حصوله على جائزة نوبل فى الطبيعة عام ١٩٠٦. ولذلك أستطيع القول أن جهاز ماركونى كان أهم اختراع فى مجال الاتصالات فى القرن العشرين.

٢ - نجاح أول محاولة لتحليق طائرة أثقل من الهواء

لم يكف الإنسان منذ بداية التاريخ عن محاولاته لتقليد الطيور والتحليق فى الهواء بتصنيع أجنحة من الريش والأشياء المشابهة التى يمكن أن تساعده على التحليق لأطول فترة ممكنة فى الجو. ولما باءت كل محاولاته بالفشل بدأ يفكر فى الصعود عن طريق البالونات الهوائية التى تفنن فى تصنيعها من مواد يمكن أن تحتفظ بالهواء اللازم لحملها. وأستطيع القول أن القرنين الثامن عشر والتاسع عشر قد شهدا تطوراً هائلاً فى تصنيع البالونات الكبيرة التى تحمل سلة لحمل المسافرين من البشر والحيوانات. وكان الفرنسى جوزيف مونتجولفاير (Joseph Montgolfier) أول من اختبر تحليق بالون يحمل ماعزا وديكا وبطة يوم ١٩ سبتمبر عام ١٧٨٣، ثم تلى ذلك أول محاولة ناجحة للتحليق فى الهواء فى سلة بالون كبير قام بها البريطانيان بلانكارد وجيفريز فى السابع من يناير عام ١٨٠٥. ثم تطورت فكرة البالونات فى عام ١٨٥٢ على يد الفرنسى هنرى جيفارد إلى تصنيع أول سفينة هوائية تمثلت فى بالون كبير مستطيل يحمل سلة كبيرة تصلح لنقل

بضع مسافرين وكانت مزودة بمحرك بخارى قوته ٣ أحصنة، وكانت هذه السفينة الهوائية تتحرك بسرعة ٦ أميال فى الساعة، إلا أنها كانت فى حاجة لمزيد من التحكم والسيطرة لتوجيهها أثناء تحليقها، ولذلك قام البرازيلى سانتوس دومونت (Doment, Santos) عام ١٨٩٨ ببناء أول سفينة هوائية مطورة وزودها بمحرك يعمل بالبترول. ونظراً لأهمية اختراعه هذا، فقد حصل على جائزة بلغت ١٢٥ ألف فرنك عندما استطاع أن يحلق على ارتفاع كبير وينتقل بها بين بعض أحياء باريس حول برج إيفل بباريس. أما التقدم الحقيقى فى عالم المناطيد فقد تحقق على يد الألمانى كونت فرديناند فون زيبلين (Ferdinand Von Zeppelin) الذى نجح فى وضع تصميم متكامل للجزء الداخلى للبالون يؤهله لحمل أعداد كبيرة من المسافرين مع توفير كل سبل الراحة والأمان لهم، حيث جعل هناك حوائط وأرضية قوية لفراغ البالون الداخلى تتيح تركيب المقاعد للمسافرين، ولكن على الرغم من نجاح مناطيد زيبلين فى الدخول لمجال الخدمة الجوية لحمل ونقل المسافرين بين دول أوروبا وأمريكا، خاصة بعد الحرب العالمية الأولى، إلا أنها

واجهت نهايتها المحتومة وحكم عليها بالفشل بعد احتراق المنطاد القوى الكبير «هيندينبيرج» أكثر المناطيد حجما ورفاهية وقوة فى حادث راح ضحيته ٣٥ من كبار رجال الأعمال فى العالم. فمنذ هذا الوقت فقد المنطاد أهميته واعتباره كوسيلة آمنة للسفر فى كل دول العالم. وعلى الرغم من ازدهار المناطيد مع بداية القرن العشرين، كانت هناك محاولات مضنية ومستمرة تتم فى خط موازى من جانب بعض الباحثين والمهتمين بمجال الطيران لبناء وتجربة تحليق طائرة أثقل من الهواء طبقا للمفهوم الحديث للطائرات، ونستطيع أن نقول إن بداية هذه المحاولات كانت على يد ضابط البحرية الفرنسى فيليكس تمبل الذى قام بتصميم وبناء نموذجاً لطائرة مزودة بعامود دوران ومروحة فى الأمام، وكانت تعمل بمحرك بخارى. وقد استطاع أن يطير بها فعلاً ولكن على ارتفاعات قريبة من الأرض تزيد عن المتر قليلاً ولمسافات قصيرة أقرب ما تكون إلى القفز منها إلى الطيران. ورغم عدم نجاح هذه المحاولة بمفهوم الطيران الحديث، إلا أنها كانت محاولة نبهت الآخرين إلى إمكانية التحليق بطائرة أثقل من الهواء فى يوم ما

فى المستقبل. ومنذ هذا التاريخ ظلت المحاولات مستمرة سواء من جانب فيليكس تمبل نفسه أو غيره من المهتمين لتحقيق أطول مسافة ممكنة من التحليق، حتى جاء عام ١٩٠٣ عندما قرر الأخوان الأمريكيان رايت (Wilbur and Orville Wright) تجربة تزويد زحافتهم الهوائية أو طائرتهم الشراعية ذات السطحين بمحرك. وفى تمام الساعة العاشرة والدقيقة الخامسة والثلاثين صباح يوم ١٧ ديسمبر ١٩٠٣، تمكن أورفيل رايت من التحليق بطائرته فى الهواء لمسافة ١٢٠ قدم قطعها فى ١٢ ثانية، وبذلك أصبح أورفل رايت أول إنسان فى العالم يحلق كل هذه المسافة بطائرة أثقل من الهواء، ولم يكتفى بذلك ولكنه قرر تكرار المحاولة عدة مرات وفى المرة الرابعة تمكن من التحليق فى الهواء لمسافة ٨٥٢ قدما. وأظهر نجاح الأخوين رايت فى محاولاتهما أن الإنسان سوف يتمكن دون شك من السيطرة على الهواء. ولم تمضى ثلاث سنوات على هذه المحاولة حتى تمكن البرازيلى سانتوس دومونت من تمهيد الطريقة أمام الأوربيين بالتحليق بطائرته «بيس ١٤» ليكون أول من يحلق بطائرة أثقل من الهواء فى

سماء أوربا، ثم تلته محاولة ناجحة من هنرى فارمان بطائرة أكثر تطوراً فى عام ١٩٠٨ تمكن خلالها من التحليق لمسافة كيلو متر، ثم الأمريكى جلين كيرتيس الذى تمكن من التحليق بطائرة أثقل من الهواء لمسافة تجاوزت الميل، وهكذا بفضل المحاولة الأولى الناجحة لأورفيل اشتدت حدة التنافس بين أمريكا وأوروبا وتتابعت المحاولات الناجحة بسرعة وبصور أكثر تطوراً مما أدى إلى خروج أول طائرة للاستخدام العسكرى فيما بين العقدين الثانى والثالث من القرن العشرين، ثم بدأ بعدها بناء الطائرات للاستخدامات المدنية للمسافرين. ولذلك أستطيع القول أن محاولة أورفل رايت كانت من أهم الاختراعات فى القرن العشرين فى مجال الطيران لأنها كانت أساساً لكل ما بعدها.

٣ - اكتشاف «بلانك» للطبيعة الكمية للطاقة

في عام ١٨٩٩ أصبح ماكس بلانك (Blank Max) أستاذاً للطبيعة بجامعة برلين بعد عمله تسع سنوات في جامعتى ميونيخ وكيل بألمانيا. وفي أثناء عمله هناك، جذبت اهتمامه إحدى المشكلات ذات طبيعة ميكانيكية حرارية كانت تشغل من قبل أحد أساتذته القدامى. وكانت المشكلة تتمثل في جسم أسود، وهو شيء ما يمتص كل الترددات أو الأطوال الموجية للضوء. فعندما كان يتم تسخينه، فإنه يجب من الناحية النظرية أن يقوم حينئذ بإطلاق أو إشعاع كل ترددات الضوء بالتساوى، ولكن توزيع الطاقة المنطلقة أو المشعة في حقيقة الأمر من المحال أن يتساوى أو يصل إلى مستوى التنبؤات التي طرحها علم الطبيعة الكلاسيكية. وكان عدد من علماء الطبيعة المميزين قد وضعوا معادلات معقدة في محاولة لحل مسألة الجسم الأسود.

وكان ماكس بلانك كباقي زملاءه مستغرقا تماماً في الطبيعة الكلاسيكية، ولكنه كان يتميز عليهم بتفتح العقل والاستعداد لتقبل الأفكار والافتراضات الجديدة. ولما كانت

الطريقة القديمة لا تؤدى به إلى أى نتيجة لحل معضلته، فقد لجأ إلى تغيير فرض أساسى، فبدلا من أن تكون الطاقة مستمرة تأتى بجزيئات مميزة. وهذه هى التى سماها فيما بعد "QUANTA" أى جمع "QUANTUM" وهى كلمة مشتقة من أداة سؤال لاتينية تعنى «كم تساوى؟». وبالرغم من أنها تبدو غير مألوفة، إلا أن تطبيق هذه الفكرة على مشكلة الأجسام المسخنة كشف عن علاقة بسيطة فسرت الألغاز السابقة. فقد وجد ماكس بلانك أن الطاقة المنبعثة من الأجسام المسخنة تكون متناسبة تمامًا مع الطول الموجى للإشعاعات المنبعثة، وهكذا لا يشع الجسم الأسود كل الترددات بالتساوى. فبينما ترتفع درجات الحرارة، تزداد الطاقة، ويكون إشعاع الكميات أكثر احتمالاً مع زيادة الطاقة. ولذلك، عندما ترتفع درجة حرارة جسم مسخن، يكون الضوء المنبعث منه ذا لون برتقالى، ثم يتحول إلى الأصفر ثم يصبح أزرق اللون فى نهاية الأمر. ويكون الطول الموجى للأشعة المنبعثة هو حاصل ضرب دالة الطاقة فى مقدار ثابت "CONSTANT" ، وهو ما يعرف الآن باسم «ثابت بلانك». وعلى الرغم من أن فكرة

بلانك لم تلقى قبولاً فورياً من جانب معظم علماء الطبيعة فى ذلك الوقت، فهى الآن مقبولة من جانب كل علماء الطبيعة فى العالم كأحد الثوابت الأساسية فى الكون. وفى حقيقة الأمر، فإن بلانك نفسه عند توصله إلى هذه النتيجة، كان يشك فى أنها ليست أكثر من مجرد حسابات بسيطة ساعدته فى حل مشكلته الخاصة. ويجدر بالذكر أن ألبرت أينشتاين استخدم نظرية الكم فى عام ١٩٠٥ عندما أراد أن يصف بدقة التأثير الكهروضوئى. كما أن عالم الطبيعة نيل بوهر لجأ فى عام ١٩١٣ إلى إدخال فكرة ثابت بلانك فى مراجعته لنموذج الذرة، حيث أزالت التناقضات التى لم يستطع علماء الطبيعة الكلاسيكيين إزالتها.

٤ - أينشتاين ينشر النظرية الخاصة للنسبية

لم تكن الأيام الأولى فى حياة أينشتاين (Albert Eines-tein) تنبئ له بأن يكون شخصاً مرموقا وعلامة بارزة فى دنيا العلم، حيث كان يعانى بطء تعلم الكلام لدرجة جعلت والديه يقلقان عليه بشأن مستقبله الدراسى، وعلى الرغم من كونه يهودى الأصل فقد التحق بمدرسة تنتمى للكنيسة الكاثوليكية بألمانيا، ولم يبدى أى تميز على أقرانه بل على العكس، ونتيجة لتعثر الظروف المالية، انتقلت الأسرة عدة مرات خلال دراسته الابتدائية انتهت بإقامتها بإيطاليا. وعندما بلغ الخامسة عشر، كان من المفترض أن يظل بألمانيا ليكمل دراسته الثانوية، ولكنه ترك المدرسة الألمانية والتحق بأسرته فى إيطاليا وترك الجنسية الألمانية لإعفاءه من الخدمة العسكرية ولم ينتمى إلى أى دولة حتى ذهب إلى سويسرا لاستكمال دراسته الثانوية واستقر بها، والتحق بالمعهد الفيدرالى السويسرى للتكنولوجيا. ولم يعبأ بهذا النوع المنظم من التعليم، ولم يكن يرغب فى حضور الحصص الدراسية بانتظام ويؤدى امتحانات دورية، ومع ذلك فقد تخرج بدرجة معلم، ولكنه لم يتمكن

من العثور على وظيفة، وفى نهاية المطاف وجد أينشتاين وظيفة بمكتب براءات الاختراع السويسرى بمدينة بيرن فى عام ١٩٠٢، حيث استمر يعمل به ٧ سنوات، كانت من أكثر الفترات نشاطاً وإنتاجاً فى حياته. وفى عام ١٩٠٣ تزوج أينشتاين من ماريا ماريك على الرغم من معارضة والديه لهذا الزواج وأنجبا طفلين. وكان عام ١٩٠٥ من الأعوام المجيدة فى حياة أينشتاين، حيث نشر ٥ أوراق بحثية فى الكتاب السنوى الألمانى للفيزياء كان من بينها ثلاث أوراق جديدة تماماً فى موضوعاتها. كان أولها عن حركة الجزيئات المعلقة فى سائل، وكوّن معادلة رياضية لشرح الحركة المرئية للجزيئات أوضح فيها أنها تحدث بسبب الحركة غير المرئية لجزيئات السائل. وكانت الثانية عن التأثير الكهربى الضوئى وانسياب الإليكترونات من المعدن عندما يشع الضوء عليه. واستخدم أينشتاين فى ذلك نفس الأفكار المتقدمة للعالم ماكس بلانك فى شرح الظاهرة فى ضوء ما ورد بنظرية الكم. وكان ذلك بمثابة أول تطبيق لنتائج نظرية الكم خارج نطاق عمل ماكس بلانك نفسه. وحصل أينشتاين على جائزة نوبل فى الطبيعة عن هذه الورقة.

أما الورقة الثالثة ولعلها الأشهر التى نشرها أينشتاين، فكانت عن النظرية الخاصة للنسبية، وقد خرج منها بنتائج خطيرة أحدثت صدمة فى الأوساط العلمية عندما ذكر أن الزمن غير ثابت وكذلك الوزن والكتلة، وأن كل هذه الأشياء عندما تتحرك بسرعات عالية، فإنها تتعرض للانضغاط، فى حين تظل سرعة الضوء وحدها كما هى ثابتة دون تغير. ويحدث ذلك كما أوضح أينشتاين لأن الطاقة تكون مساوية لحاصل ضرب الكتلة فى مربع سرعة الضوء. وفى أعقاب ذلك بدأ أينشتاين يتولى التدريس فى جامعات زيوريخ وبراغ وبرلين. وفى نفس الوقت، ظل مشغولاً بأفكاره المختلفة فى علم الطبيعة، كان هناك عدداً من المشاكل تختص بنظريته الخاصة للنسبية، ونجح فى حلها، فظلت مشكلة الجاذبية الأرضية تؤرقه. وكلما تمكن علماء الطبيعة من تحقيق قانون طبيعى، بدت الجاذبية أمراً مربكاً له. وفى عام ١٩١٥ كتب أينشتاين النظرية العامة للنسبية، وكانت جذرية وأساسية، حيث أوضح أنه ينبغى لحساب الجاذبية أن ينحنى الزمن والفراغ حول الأشياء المصمتة. وكانت الحسابات بالغة التعقيد كما كانت الفكرة

ككل بالغة الغرابة حتى أنها لم تلقى قبول معظم الباحثين، ولكن أينشتاين اقترح ثلاث طرق يمكن أن تثبتها. أولها تسجيل ملاحظات عن ضوء النجوم أثناء حدوث كسوف شمسى، وحدث مصادفة، أن شهد يوم ٢٩ مارس عام ١٩١٩ حدوث كسوف شمسى، وقام فريق من علماء الفلك البريطانيين برئاسة السير أرثر إيدينجوتن بالسفر لجزيرة برينسيب على الساحل الغربى لأفريقيا، وقاموا بتصوير مجالات النجوم أثناء كسوف الشمس. وبمقارنة الصور التى حصلوا عليها أثناء الكسوف بالصور الموجودة لنفس مجالات النجوم ووجدوا طبقا للملاحظات التى أبداها أينشتاين والتى أكدتها النظرية العامة للنسبية أن هناك انحرافا فى مواقع النجوم طبقا لما تنبأ به أينشتاين. وقد جعلت هذه الحالة أينشتاين يعيش حالة من النشوة والزهو بهذا الإنجاز الإنسانى الكبير، وعلى صعيد آخر، قامت مراكز الأبحاث والباحثون التجريبيون بوضع ساعات ذرية فائقة الدقة على الطائرات النفاثة عالية السرعة فى رحلاتها حول العالم. وعندما قاموا بمقارنة هذه الساعات بالساعات الذرية البالغة الدقة التى تركوها بمنازلهم، وجدوا أن ساعات

الطائرة قد عانت بالفعل بعض البطء وتحركت بشكل أبطأ وفقدت بعض الوقت، بفارق ضئيل جداً. وقدر الباحثون أن التحرك بربع سرعة الضوء من الممكن أن يؤدى فقط لتغيير قياسات الكتلة والطول والزمن بقيمة تقدر بحوالى ١ ٪. ويعنى ذلك أن أفكار وقوانين نيوتن لا تزال تعمل جيداً بالنسبة للقياسات المحلية بالنسبة للأجسام التى تتحرك بالسرعات المعتادة. وقد أدى ذلك بالطبع لتغيير الموقف بصورة جيدة بالنسبة للأجسام أو الكتل التى تتحرك بسرعة تقترب من سرعة الضوء، فبالنسبة لجسم أو كتلة تتحرك بسرعة تعادل ٨٥٪ من سرعة الضوء مثلا، فمن الممكن أن تتضاعف كتلتها. ومع كل ذلك، فقد تركت النظرية الخاصة للنسبية أينشتاين أمام عدة أسئلة لم يجب عليها، ولكنه مع ذلك لم يتركها ، ولكنه لكى يجيب عليها، قام بإعداد وتطوير النظرية العامة للنسبية، واستغرق ذلك منه عشر سنوات كاملة.

وخلال فترة العقدين الثالث والرابع من القرن الماضى، بدأ هتلر يصعد على سلم السلطة فى ألمانيا. وعلى الرغم من استعادة أينشتاين للجنسية الألمانية مرة أخرى، كان يعتبر موضع شك فى ألمانيا أولاً لكونه يهودياً وثانياً لكونه معارضا للحرب العالمية

الأولى. وعندما اعتلى هتلر قمة السلطة فى ألمانيا كان أينشتاين فى كاليفورنيا بالولايات المتحدة، ولذلك اتخذ قراراً فى نفسه بعدم العودة مرة أخرى إلى ألمانيا، وتولى أحد الوظائف المرموقة بمعهد الدراسات المتقدمة فى برينستون، حيث ظل يعمل ما بقى له من العمر هناك. وفى بداية تلك الفترة، بدأ هتلر يفكر فى مساهماته السابقة الكبيرة فى الطبيعة التى حظيت بجدل واسع مع نيل بوهر، خاصة ما حدث بالنسبة لآراءه حول ميكانيكا الكم ومبدأ عدم اليقينية الذى ساعد بوهر فى توضيح المفهوم، ولكنها كانت نظرية لم يقبلها أينشتاين مطلقا. ولذلك قضى سنوات عمره الباقية باحثًا فى نظرية المجال الموحد، أو معادلة واحدة أساسية لتفسير كل قوى الطبيعة. وفى عام ١٩٤٠، تخلى أينشتاين للمرة الثانية فى حياته عن الجنسية الألمانية، وأصبح مواطنا أمريكيا وأصبح مسانداً لقضية نزع السلاح ومؤيداً لإقامة الدولة اليهودية. وفى عام ١٩٥٢، عرضت إسرائيل على أينشتاين أن يتولى رئاستها، ولكنه لم يوافق. واعترافًا بفضله على العلم، سمى العنصر التاسع والتسعين فى الجدول الدورى الذى اكتشف بعد فترة قصيرة من موت أينشتاين باسمه.

٥ - رازارفورد وبوهر يصفان بناء الذرة

قبل مولده، هاجر والدا إيرنست رازرفورد (Ernest Rutherford) من انجلترا إلى نيوزيلنده، حيث قاما بإدارة مزرعة ناجحة بالقرب من نلسون، حيث ولد رازرفورد فى عام ١٨٧١ كواحد من بين ١٢ ابنا وابنة، ومنذ نعومة أظافره أحب العمل الجاد فى الهواء الطلق بالمزرعة. وكأى طالب مجد، حصل رازرفورد على منحة للدراسة الجامعية، وبعد تخرجه من الجامعة، حصل على منحة أخرى للدراسة بجامعة كمبريدج بانجلترا، وكانت هذه بمثابة نقطة تحول فى حياته. فقد حدث أن تقابل هناك مع الباحث البريطانى ج. ثومبسون الذى شجعه على دراسة أشعة إكس المكتشفة حديثا. وكانت هذه بداية لرحلة طويلة من العطاء العلمى فى مجال الطبيعة، فقام بوضع وتفسير مصطلحات لبعض المبادئ الأساسية فى المجال مثل: أشعات ألفا وبيتا وجاما والبروتون والنيوترون ونصف الحياة والذرات الابنة، كما تدرب على يديه عدد من عمالقة الفيزياء فى القرن العشرين مثل نيلز بوهر وجيمس شادويك وروبرت أوبنهايمر وغيرهم. واكتشف فى وقت مبكر أن كل

العناصر المشعة التى عرفت فى ذلك الوقت تطلق نوعان من الإشعاع أحدهما موجب الشحنة والآخر سالب الشحنة هما ألفا وبيتا، وأوضح أن كل عنصر مشع يقل فى إشعاعه تدريجياً عبر فترة من الزمن أو بمضى منتصف العمر، حتى يصبح مستقراً بشكل مطلق. وفى عامى ١٩٠١، ١٩٠٢ عمل رازرفورد مع فريدريك سودى لإثبات أن ذرات عنصر واحد مشع من الممكن أن تتحول بشكل فورى إلى عنصر آخر بطردها جزءاً من الذرة عندما تتحرك عند سرعات عالية. ونبذ عدد كبير من علماء هذه الفترة تلك الفكرة وسخروا منها ككيميائيين. حيث كانت هناك فكرة قديمة واعتقاد سائد بأن الذرة غير مرئية وثابتة غير قابلة للتغير، ولكن فى عام ١٩٠٤ اكتسبت أبحاث رازرفورد التى نشرها فى الدوريات العلمية اعتراف العلماء، حيث كان رازرفورد باحثا نشيطا جداً علميا حتى أنه تمكن من نشر ٨٠ ورقة بحثية خلال سبع سنوات.

وفى عام ١٩٠٧، توجه رازرفورد مع هانز جايجر إلى جامعة مانشستر حيث أقاما مركزاً بحثياً لدراسة الإشعاع. وفى

عـام ١٩٠٩، بدأ رازرفـورد تجـاربه التى غـيـرت شكل علم الطبيـعة. فقـد اكتـشف نواة الذرة وطور نموذجا للذرة كان مشابها لنظام المجموعة الشمسية. فكما تدور الكواكب حول الشمس تدور الإليكترونات حول النواة التى شبهها بالشمس.

وفى عام ١٩١١ حصل نيلز بوهر (Niels Bohr) على درجة الدكـتـوراة من الدانمارك فى النظرية الإليكتـرونيـة للمعادن، ثم سافر عقب ذلك مباشرة إلى انجلترا ليستكمل دراساته وأبحاثه مع الباحث البـريطانى ج. ثومبسـون الذى اكتشف الإليكترون فى عام ١٨٩٧. وكان معظم الفيزيائيين فى السنوات الأولى من القـرن العشـرين مبـهـورين بدراسة الإليكترون، خاصة هذا الاكتشاف الجديد المثير. وحظى عمل ماكس بلانك وأينشتاين وما توصلا إليه باهتمام كبير من جانب كثير من الفيزيائيين، إلا أن ثومبسون نفسه لم يكن مهتما بالأفكار الجديدة المطروحة بنفس القدر، ولكن بوهر كان يتميز بعقل متفتح، ولذلك بادر بزيارة رازرفورد، وهو طالب سابق بثومبسون فى مكان آخر من إنجلترا، حيث نجح فى تحقيق كشف جديد فى مجال الذرة من خلال تجربة

غريبة، وتخيل كل فرد فى ذلك الوقت أن الذرة كالفطيرة أو الكعكة المحتوية على الزبيب. وكجزء من تجربة تم إجراؤها فى عام ١٩٠٩ باستخدام أشعة إكس، قام رازرفورد بإطلاق شعاع من جسيمات ألفا (أو أشعة ألفا المنبعثة من عنصر الراديوم المشع) على لوح رقيق من الذهب يبلغ سمكه جزء من ثلاثة آلاف جزء من البوصة، مع تتبع مسار الجزيئات. ووجد رازرفورد أن معظم الجزيئات ذهبت جهة اليمين على الشريحة أو الغلالة الذهبية. وهذا أمر يمكن توقعه إذا كانت الذرات الموجودة فى الذهب مثل الكعكة أو الفطيرة المحتوية على الزبيب كما تصورها، ولكن بين آونة وأخرى كان أحد الجزيئات يقفز مرتدا إلى الخلف كما لو كان قد اصطدم بشيء صلب. وبعد تتبع مسار عدد كبير من الجزيئات، وفحص أنماط هذه المسارات، استنتج رازرفورد أن كل كتلة الذرة تقريباً تتركز مع شحنة موجبة فى النواة المركزية للذرة التى يبلغ حجمها جزء من عشرة آلاف جزء من حجم الذرة ذاتها. وأن كل الشحنة السالبة فى الذرة توجد فى الإليكترونات التى ينبغى أن تكون فى حالة دوران فى مدارات

خاصة حول نواة الذرة. ويشابه ذلك حركة دوران النجوم حول الشمس. وتنامى قبول هذا النموذج بعد أن تم تعديله عندما طبق نيل بوهر عليه نظرية طاقة الكم. وفى عام ١٩٠٨ فاز رازرفورد بجائزة نوبل فى الكيمياء عن نتائج أبحاثه فى مجال الإشعاع ونواة الذرة. ولما كان رازرفورد أصلا باحثا فى مجال الطبيعة، فقد شعر بالزهو والفخر لتفوقه فى علم الكيمياء.

وفى عام ١٩١٢، شارك رازرفورد بوهر فى أبحاثه مدركا أن نموذجه لم يكن صحيحاً تماماً، حيث كان يرى أن هذا النموذج يجب ألا يكون مستقراً مع تطبيق كل قواعد الفيزياء، لشىء واحد وهو أن الإليكترونات الدائرة حول النواة يجب أن تطلق طاقة وفجأة تدور حلزونيا لتدخل النواة، مما يؤدى لانهيار الذرة، أو أن الإليكترونات تنطلق للخارج مغادرة مواقعها إذا مر بجانبها جزىء مشحون. ولذلك اتجه العالمان إلى نظرية بلانكس الخاصة بطاقة الكم، لتفسير سبب استقرار معظم الذرات، ووجد رازرفورد أن معدل الطاقة فى الإليكترونات وتردد مداراتها حول النواة كان مساويا لثابت بلانك (نسبة طاقة الضوء إلى تردد موجاته)، واقترح بوهر فكرة ثورية هى أن الإليكترونات تقفز

بين مستويات أو مدارات الطاقة، بمفهوم طاقة الكم، أى بدون التواجد مطلقا فى حالة بين بين، وبذلك يقفز الإليكترون إلى مدارات أعلى أو أدنى عندما تمتص ذرة ما الطاقة أو تطلقها، (كما يحدث فى الضوء أو الحرارة).

ونشر بوهر هذه الأفكار عام ١٩١٣، ولا يزال هناك كثيرون لم يقبلوا فكرة الكم، أو أنهم وجدوا بعض أوجه القصور أو صدوع أخرى فى النظرية التى بناها بوهر على ذرات بسيطة جداً، رغم وجود دليل قوى يؤكد صوابه، فالإليكترونات فى نموذجه اصطفت بصورة تتفق مع النماذج المعتادة للضوء المنبعث من ذرات هيدروجين حقيقية. وكانت نظرية بوهر التى تقول بأن الإليكترونات الموجودة فى مجموعة المدارات حول النواة هى أساس التكرار الدورى لخصائص العناصر. فتستأثر الأغلفة التى تدور فيها الإليكترونات بعدد كم مختلف وتحتوى على عدد محدد من الإليكترونات، فلا يحتوى الغلاف الأول على أكثر من إليكترونين، ويحتوى الثانى على عدد يصل إلى ٨ إليكترونات، تزداد إلى ١٠ فى الغلاف الثالث وتصل إلى ١٤ فى الغلاف الرابع. وتكون الذرات المحتوية فى

مدارها الأخير على عدد من الإليكترونات يقل عن الحد الأقصى؛ أقل استقراراً من الذرات التى تحتوى أغلفتها الأخيرة على الحد الأقصى من الإليكترونات. وتبدو العناصر المحتوية على نفس عدد الإليكترونات فى أغلفتها الأخيرة فى نفس العمود فى الجدول الدورى للعناصر، كما تميل إلى الاشتراك فى نفس الخصائص الكيميائية. وبمضى السنين، قام باحثون آخرون بتنقية نظرية بوهر مما شابها، ولكن تطبيقه للأفكار الجديدة قد مهد الطريق لتطوير ميكانيكا الكم. واستمر بوهر فى تحقيق إسهامات هائلة فى علم الطبيعة، فاعلاً ما فعله أستاذه رازرفورد من الاهتمام بتدريب جيل جديد من الفيزيائيين، ولكن نموذجه الذرى ظل أفضل عمل معروف فى مجاله على الصعيد العالمى. وفى عام ١٩١٤، حصل رازرفورد على درجة فارس، وعين عام ١٩١٩ مديرا لمعمل أبحاث كافنديش، كما حصل فى عام ١٩٣١ على لقب بارون، مما أتاح له الانضمام إلى بيت اللوردات. وفى عام ١٩٣٣ عين رئيساً لمجلس المساعدة الأكاديمية الذى تم تأسيسه لمساعدة اللاجئين الألمان، ومات رازرفورد عام ١٩٣٧ قبل عامين من اكتشاف الانشطار النووى.

٦ - بانتنج وبست ينجحان في عزل الانسولين

يمثل السكر أحد الأمراض الخطيرة التي تتطلب من المريض جهداً كبيراً للتعايش مع المرض بطريقة خاصة مع تعاطي الأدوية التي يصفها الطبيب حتى لا يدخل المريض في مضاعفات خطيرة قد تودي بحياته، وتشير النتائج الإحصائية إلى وجود أكثر من ١٧٠ مليون مريض بالسكر في العالم، وقد كان مرض السكر من قبل اكتشاف الأنسولين من الأمراض القاتلة غير القابلة للشفاء، ولذلك ظل العلماء والباحثون في مختلف بلاد العالم في سباق دائم للتعرف على أسبابه والتوصل لطرق فعالة لعلاجه. وفي عام ١٩٢٠، قام الجراح الكندي الدكتور فريدريك بانتنج بزيارة لجامعة تورونتو للتحدث مع الرئيس الجديد المعين حديثا لقسم الفسيولوجي جون ماكلويد الذي قام بدراسة علاقة التمثيل الغذائي للجلوكوز بمرض السكر. وكان لدى بانتنج فكرة جديدة ليس فقط عن كيفية التعرف على الأسباب ولكن أيضاً لعلاج الداء الذي أسموه بمرض السكر. وفي أواخر القرن التاسع عشر،

كان العلماء قد أدركوا أن ثمة علاقة بين البنكرياس ومرض السكر، وأخذت هذه العلاقة الترابطية تضيق شيئاً فشيئاً حتى وصلت إلى ما يسمى بجزر لانجرهانز، وهى جزء من البنكرياس. وخلال الفترة بين عامى ١٩١٠ و ١٩٢٠، بذل العالم الدكتور أوسكار مينكويسكى وآخرين محاولات ناجحة لإيجاد واستخلاص المحتوى الفعال من جزر لانجرهانز. وفى أثناء قراءته لورقة علمية عن هذا الموضوع فى عام ١٩٢٠، حصل بانتنج على فكرة استوحاها من الورقة. فقد أدرك أن العصارة الهاضمة للبنكرياس كانت تدمر هرمون جزر لانجرهانز قبل أن يتم عزلها من المريض. وإذا استطاع أن يوقف البنكرياس عن العمل، ولكن مع بقاء جزر لانجرهانز مستمرة فى عملها، فمن المفترض حينئذ أن يجد ضالته المطلوبة لعلاج المرض. ونقل فكرته هذه لماكلويد الذى سخر منها فى بادئ الأمر. وظل بانتنج يحاول إقناعه بالفكرة حتى وافق ماكلويد فى نهاية الأمر على إعطائه مكانا للعمل فى معامل الكلية، كما وافق على تخصيص مساعد له فى أبحاثه وإعطاءه عشرة كلاب لإجراء تجاربه وأبحاثه عليهم. وفى شهر مايو عام ١٩٢١،

وبينما كان ماكلويد مسافرا فى إجازة بموطنه إسكتلنده، بدأ بانتنج ومساعده تشارتلز بست تجاربهما، وفى شهر أغسطس، أمكنهم التوصل إلى أول النتائج النهائية الحاسمة. وعندما أعطوا المادة المستخلصة من جزر لانجرهانز بالبنكرياس والمسماة بالأنسولين (وهى كلمة مشتقة من كلمة لاتينية تعنى الجزيرة) للكلاب المصابة بالسكر، انخفض مستوى السكر الذى كان مرتفعا بصورة غير عادية، وعندما عاد ماكلويد الذى كان ما زال متشككا فى النتائج وطلب منهما إعادة التجارب عدة مرات لتأكيد النتائج، جاءت النتائج مطابقة تماماً ومؤكدة لما سبق أن توصلا إليه، ولكن صاحبها حدوث مشاكل بسبب اختلاف درجة نقاء خلاصة الأنسولين، وعندئذ قرر ماكلويد ضم الكيميائى جيمس بيرترام إلى فريق العمل لمساعدتهم فى عملية تنقية الأنسولين المستخلص من خلايا لانجرهانز. وخلال ستة أسابيع أصبح ماكلويد والفريق البحثى برئاسة بانتنج واثقون تماماً من سلامة الأنسولين الذى تم عزله وقرروا تجربة حقنه على أول إنسان فى العالم وكان طفلاً فى الرابعة عشرة

من عمره مهدداً بالموت من مرض السكر. وأدى حقن الطفل بالأنسولين بالفعل لخفض مستوى السكر بدمه واختفاءه تماماً من بوله مع اختفاء الأعراض الأخرى المصاحبة للمرض عليه ونشر بانتنج وبست أول ورقة بحثية مشتركة لهما عن هذا الاكتشاف بعد شهر من تحقيق هذه النتيجة وتحديداً فى شهر فبراير عام ١٩٢٢. وفى العام التالى تقلد العالمان بانتنج وماكلويد جائزة نوبل عن هذا الاكتشاف. وقاسم كل منهما نصيبه فى قيمة الجائزة مع باقى أعضاء الفريق البحثى. ووجد بانتنج وبست فيما بعد أنهما يستطيعان الحصول على الأنسولين السليم أيضاً، وساهمت التقنية الجديدة المتطورة للكشف عن السكر فى الدم والبول فى توفير معلومات لم يتمكن الباحثين السابقين من التعرف عليها من قبل، وشجعهم ذلك على متابعة الخط الذى بدؤوه، الأمر الذى كان بمثابة النهاية القاتلة لكل من عملوا فى العقود السابقة لهم. وكان اكتشاف الأنسولين بمثابة أكثر اللحظات الثورية أهمية فى مجال الطب والدواء. وعلى الرغم من أن ذلك استغرق

بعض الوقت لتحضير وتحديد الجرعات المناسبة وتطوير العمليات الصناعية لإنتاج الكمية الكافية والمتجانسة من الأنسولين النقى. وبدا إنتاج الأنسولين من الناحية العملية كمعجزة فى تأثيره العلاجى لمرضى السكر الذين كانوا قبل عامين فقط يتعرضون للموت الحقيقى خلال عام واحد من الإصابة بالمرض. كذلك كان اكتشاف الأنسولين بمثابة أمل كبير أمام الأطفال فى الحياة مع المرض بصورة ملأها النشاط والحيوية بعد أن كان المرض يهددهم بالموت المحقق خلال فترة صغيرة.

٧ - شـادويك يكتشـف النيـوترون «الجسيم المتعادل فى الذرة»

كان باحث الطبيعة البريطانى جيمس شادويك أسيراً خلال سنوات الحرب العالمية الأولى، وبعد انتهاء الحرب قررت ألمانيا الإفراج عن الباحث البريطانى الذى ظل أربعة سنوات كاملة بسجون ألمانيا، وعاد شادويك إلى انجلترا ليجد زميله إرنست رازرفورد يعمل رئيساً لمعمل الطبيعة النووية بجامعة كامبريدج. وكان رازرفورد الذى اكتشف البروتون (الجزء موجب الشحنة فى نواة الذرة) عام ١٩١٩ قد أشرف على رسالة علمية لنيل درجة الدكتوراة للباحث شادويك فى عام ١٩٢١. ولاحظ شادويك أن العدد الذرى، وهو عدد البروتونات التى تمثل الشحنة الموجبة فى نواة الذرة، يقل عن الكتلة الذرية وهى متوسط وزن الذرة. وبتطبيق ذلك وفقاً لروايته على ذرة الهليوم نجد أن كتلتها الذرية تساوى ٤ ، فى حين يبلغ العدد الذرى أو الشحنة الموجبة فى نواة ذرة الهليوم ٢ فقط. ولأن الإليكترونات تمثل الشحنة السالبة فى الذرة بدون كتلة،

فقد بدا له أن الذرة تحتوى على شىء آخر غير معلوم ولابد أن تضاف قيمته لقيمة الكتلة الذرية. ولذلك خرج رازرفورد بتفسير منطقى يفترض وجود جسيم له كتلة ولكن ليس له شحنة وأسماه بالجسيم المتعادل أو «النيوترون» وتصوره فى هيئة بروتون مزدوج وإليكترون، إلا أنه لم يكن لديه أى دليل تجريبى يؤكد هذه الافتراضات. وظل شادويك محتفظاً بهذه المشكلة فى عقله أثناء قيامه بعمله المعتاد، رغم أن التجارب الأخرى فى أوربا قد جذبت انتباهه، خاصة تلك التى قام بها فريدريك وأيرين جوليوت كورى، لاستخدامهما طريقة مختلفة لتعقب إشعاع الجسيمات. وقام شادويك بإعادة تجاربهما، ولكن بهدف البحث عن جسيم متعادل، جسيم تعادل كتلته نفس كتلة البروتون، ولكن تبلغ شحنته صفر. وكانت تجاربه ناجحة. فقد كان قادراً على التأكد من أن الجسيم المتعادل «نيوترون» موجود فعلاً وأن كتلته تقدر بنحو ١٪ أكثر من كتلة البروتون. وفى عام ١٩٣٥، أعد شادويك بحثاً ونشره فى أحد الدوريات العلمية المتخصصة بعنوان الوجود المحتمل للنيوترون «الجزء متعادل الشحنة فى الذرة» وفاز عنه بجائزة

نوبل فى الكيميا، بعد أن أثبت فيه بالدليل القاطع أن مثل هذا النيوترون لا يمكن أن يأتى نتيجة لتزاوج البروتون بالإليكترون وإنما يجب أن يكون أن يكون جسيماً منفصلاً له خصائصه الكيميائية والكهربية المختلفة، وهو ما أكده بعد ذلك العالم فيرنر هايزنبيرج فى أبحاثه. وبذلك اكتمل اكتشاف كل عناصر الذرة على يد العالم شادويك، الذى ساهمت نظريته وأفكاره الجديدة فى إحداث تغييراً جذرياً فى صورة الذرة وعجلت من الاكتشافات التالية فى مجال الطبيعة الذرية. فسرعان ما وجد علماء الطبيعة أن النيوترون صنع رصاصة نموذجية لضرب أنوية ذرات العناصر الأخرى. وخلافاً للجسيمات المشحونة، فلم يكن النيوترون متنافراً من جانب الجسيمات الأخرى متماثلة الشحنة، وأمكن ضربه مباشرة فى نواة الذرة. وقبل ذلك بفترة طويلة كان أينشتاين قد تنبأ فى معادلته الشهيرة (الطاقة = حاصل ضرب الكتلة فى مربع سرعة الضوء) بأن انشطار نواة ذرة اليورانيوم بضربها بنيوترون يمكن أن يؤدى لإنتاج كمية هائلة من الطاقة.

٨ - أول خط متحرك لتجميع السيارات فى العالم

فى عام ١٩٠٧ أعلن هنرى فورد أن هدفه بالنسبة لشركة فورد للسيارات هو بناء سيارة بأعداد كبيرة، وفى هذا الوقت كانت أثمان السيارات مرتفعة لأنها كانت تبنى بالقطعة وبآلات تجهيز خاصة واحدة تلو الأخرى، ولهذا، اتخذ مهندسو شركة فورد حينئذ أول خطوة نحو هذا الهدف بتصميم الموديل «تى» وهو موديل موحد لسيارة بسيطة ولكنها قوية وشديدة التحمل، ولكنها لا تقدم أى خيار للمشترى حتى بالنسبة للون. وقد شهد العالم عام ١٩٠٨ إنتاج أول سيارة للموديل «تى» الذى ظل ينتج حتى بلغت أعداد السيارات المنتجة ١٥ مليون سيارة بنهاية عام ١٩٢٧. ومنذ بداية إنتاج الموديل «تى» أدرك فورد أنه فى حاجة إلى طريقة أكثر فاعلية لإنتاج السيارة تخفض من سعرها، ولذلك نظر هو وفريقه إلى الصناعات الأخرى ووجد أن هناك أربعة مبادئ يمكن أن تساعدهم فى تحقيق هدفهم، هى: قابلية تبادل القطع أو الأجزاء المكونة للوحدة المنتجة، والانسياب أو التدفق المستمر لخطوط الإنتاج، وتقسيم العمل والتخفيض إلى أدنى حد من الجهد الضائع.

وبالطبع كان استخدام القطع أو الأجزاء القابلة للتبادل يعنى توحيد مواصفات كل جزء أو قطعة غيار يتم إنتاجها للسيارة فى أى وقت. أى أن أى «صباب» يتم إنتاجه بالمصنع مثلا يمكن تركيبه فى أى محرك، وبالمثل يمكن تركيب أى عجلة قيادة يتم إنتاجها على أى شاسية سيارة. وكان تنفيذ ذلك بالطبع يتطلب تحسين الآلات وأدوات القطع المستخدمة فى صنع الأجزاء. وهنا من الممكن بمجرد ضبط الآلات أن يتولى العمل عليها وتشغيلها أى عامل بصرف النظر عن درجة مهارته عادية أو متوسطة أو ممتازة، بل من الممكن حينئذ لتشغيل الآلات استبدال العمالة الماهرة التى كانت تقوم بصناعة مكونات السيارة بالقطعة يدويا بعمالة عادية لتشغيل ماكينات الإنتاج الكمى. أما زيادة إنسياب العمليات الإنتاجية، فقد وجد أنه يتطلب ترتيبها بحيث تبدأ كل عملية بعد انتهاء العملية السابقة لها مباشرة دون إضاعة أى وقت. وكان فورد متأثراً وهو يفكر فى إجراء هذا التغيير المهم بما شاهده فى مصانع تعبئة اللحوم بشيكاغو والسير الحامل العملاق الذى شاهده فى أحد مطاحن الحبوب والغلال، فإذا تمكن من

إحضار العمل للعمال، فسوف يقضون وقتاً أقل فى العمليات الإنتاجية التى تنتهى بخروج المنتج. ثم قام بتقسيم العمل بتقطيع العملية الإنتاجية إلى ٤٨ خطوة محددة، وتم تدريب كل عامل على القيام بخطوة واحدة من هذه الخطوات التى تنتهى بالمنتج النهائى. واستدعى فورد فى سبيل ذلك فريدريك تيلور مبتكر الإدارة العلمية للإنتاج لإجراء دراسات الزمن والحركة والتحديد الدقيق لسرعة انسياب العمليات الإنتاجية، وكذلك لتحديد الحركات المطلوب من كل عامل أدائها لإنجاز مهمته على وجه الدقة. ووضع فورد برنامجاً لتنفيذ هذه المبادئ الأربعة بشكل تدريجى خلال خمس سنوات. وتمكن فورد بتطبيق سياسته الجديدة من خفض تكلفة السيارات المنتجة من خطوط إنتاجه وفى نفس الوقت تحقيق مزيد من الأرباح نتيجة لبيعه أعدادا كثيرة من السيارات، ورفع فورد شعاراً آخر هو أن العمال أيضاً عملاء محتملون للسيارات المنتجة، وفى عام ١٩١٤، ارتفعت أجور عمال شركة فورد إلى ٥ دولارات يومياً، وكان ذلك يمثل إجراءً ممتازاً فى ذلك الوقت، مما أدى إلى تحقيق ما نادى به فى نهاية العام وهو أن

عدداً كبيراً من العمال أصبحوا من مالكى الموديل «فورد تى إس». ومنذ ذلك الحين بدأت أعداد متزايدة من المصانع فى العالم تتبنى تطبيق مبادئ التصنيع الكمى، ومضى فورد إلى أبعد من الهدف الذى وضعه عام ١٩٠٧ بإتاحة سياراته للجميع بأسعار مناسبة لمعظم الناس، وساهم فى تغيير عادات الأمريكيين وتشكيل الشخصية الأمريكية ذاتها.

٩ - اليكساندر فليمنج يكتشف البنسلين

بعد انتهاء الحرب العالمية الأولى عاد باحث البكتيريولوجيا البريطانى ألیكساندر فليمنج إلى معمله بمستشفى سانت ميرى بلندن. وكانت خبرته فى ميدان المعركة قد أوضحت له كيف أن البكتيريا يمكن أن تكون قاتلة ومدمرة، بل أشد فتكًا بالإنسان من قنابل العدو، وذلك لما كانت تفعله بجروح مصابى الحرب. وظل فليمنج مشغولاً بالبحث عن أى مادة طبيعية أو كيماوية يمكنها أن توقف أو تمنع العدوات الميكروبية من أن تحدث تأثيرها المدمر فى جروح المصابين. وأخذ يجرب إنزيما يسمى «ليزوزوم» كان قد اكتشفه فى عدد من سوائل الجسم مثل الدموع وظن أنه يمكن أن يكون له تأثير مضاد للبكتيريا ولكنه اكتشف أنه لا يصلح للميكروبات القوية التى تغزو الجروح وتسبب تلوثها. ولذلك ظل يبحث فى معمله الذى كان لحسن الحظ - على حد قوله - فى حالة فوضى بالغة، حيث كانت هذه الفوضى سببًا فى عثوره على ضالته. ففى عام ١٩٢٨، بينما كان واقفا يتفحص كومة من أطباق بيترى التى يربى فيها البكتيريا قبل أن يهم بوضعها فى الحوض

لغسلها وتنظيفها تمهيداً لإجراء تجارب جديدة، إذا به يلاحظ نوعاً غريباً من البكتيريا ينمو على أحد الأطباق بدرجة استوقفته وجعلته ينظر إليها متفحصاً بدهشة، فقد وجد أن أحد أنواع الفطريات كان ينمو بصورة غريبة على الطبق حيث غطاه بالكامل، كما وجد على غير المعتاد أن بكتيريا «إستاف» التى كانت تعرف فى ذلك الوقت بأنها من أشرس أنواع البكتيريا وأكثرها ضراوة قد ماتت بهذا الفطر، وبفحصه بدقة وجد أنه ينتمى لعائلة «البنسلين من نوع نوتاتام». ولذلك، قام فليمنج بتقديم نتائج أبحاثه فى مؤتمر علمى عام ١٩٢٩، وأعد ورقة بحثية نشرها فى المجلة البريطانية لعلم الأمراض التطبيقى، ولكنها لم تحظى سوى بقدر ضئيل من الاهتمام، وظل الفطر يشغل رأسه واستمر يفكر كيف ينقلها إلى حيز التجريب والاستخدام العملى، ولما كانت تربية الفطر وتنقيته معمليا من العمليات الصعبة التى تحتاج إلى صيدلى أو كيميائى متخصص، فقد بادر بإعطاء نتائجه لفريق من الكيميائيين يضم أحد أخصائى الفطريات والطحالب والعفن، إلا أن التجارب توقفت لبعض الوقت بسبب وفاة أحد أعضاء

الفريق. وفى عام ١٩٣٥، تم تعيين الباحث الأسترالى هوارد فلورى أستاذاً لعلم الأمراض بجامعة أكسفورد ورئيساً لمعمل الأبحاث بها، فقد بدأ فى تدبير الموارد المالية اللازمة للأبحاث، إلا أن الظروف الاقتصادية الصعبة التى سادت تلك الفترة، جعلته يستغرق وقتاً طويلاً فى تدبير هذا التمويل، حتى نجح فى توفيره من خلال منحة من مؤسسة روكفيلار بالولايات المتحدة، وعندئذ بدأ فى تحضير كميات كبيرة من البنسلين وقام بتعيين الباحث الألمانى ايرنست تشين لدراسة احتمالات التسرطن والسمية للفطر، وهى أبحاث من المعتاد إجراؤها قبل إقرار أى مركب دوائى جديد لضمان سلامته على البشر. وحينئذ، بدأ هوارد فلورى فى دراسة ومراجعة الأوراق البحثية المعدة من قبل عن الليزوزوم وكل ما كتبه فليمنج فى العشرينات عن البنسيلين، ولاحظ الدكتور فلورى ما كتبه فليمنج على أحد أوراقه البحثية بأنه شعر بأنه أمام شىء بالغ الأهمية عند مروره على تلك الورقة فى عام ١٩٢٨.

ولذلك بدأ الفريق البحثى إجراء سلسلة من التجارب على الفئران المصابة بعدوات ميكروبية مختلفة بحقنها بالفطر الجديد

ووجدوا أنها قد شفيت تماماً، ولذلك قرروا على الفور استكمال الأبحاث على مجموعة من البشر المتطوعين، وعندما وجد النتائج مبشرة، بدأ فلورى عام ١٩٤١ فى حقن أعداد كبيرة من المرضى ليسجل النتائج المدهشة للبنسلين. ونظراً لأن انجلترا كانت لا تزال فى حالة حرب وهناك أعداد كبيرة من الجرحى، كانت هناك حاجة لإنتاج كميات كبيرة من المضاد الجديد للعدوات الميكروبية. ولذلك أصبحت المشكلة تتركز فى كيفية تدبير الموارد المالية الكبيرة المطلوبة لتصنيعه. ومع تحسن الظروف الاقتصادية فى العالم أنتج العقار الجديد بكميات اقتصادية وانتشر فى أنحاء العالم ليحل واحدة من أكبر المعضلات وهى إنقاذ حياة الملايين من مصابى الحوادث والحروب فى العالم سنويا، فخلال الفترة من يناير إلى مايو ١٩٤٣، تم إنتاج ٤٠٠ مليون وحدة من البنسلين بواسطة ٢١ شركة من أكبر شركات الدواء فى العالم، ومع نهاية سنوات الحرب العالمية الثانية، كانت الولايات المتحدة وحدها تنتج سنوياً نحو ٦٥٠ مليون وحدة من البنسلين شهرياً لتلبية الاحتياجات المتزايدة عالمياً. وفى عام ١٩٤٥، قررت الأكاديمية السويدية

للعلوم منح جـائزة نوبل فى الطب لكل من البـريطانى أليكسـاندر فليمنج مكتشف البنسلين وصاحب أول ورقة بحثية عنه والألمانى ايرنست تشين والاسترالى هوارد فلورى باعتبار الأخيرين شاركا فى استكمال نتائج الأبحاث المهمة التى توصل إليها فليمنج. لذلك نستطيع بكل الثقة أن نقول أن البنسلين كان واحداً من أهم اكتشافات القرن العشرين.

١٠ - جون بيرد يخترع اول تليفزيون

شهد تطوير أجهزة البث والاستقبال التليفزيونى اهتماماً مكثفاً فى مختلف دول العالم، ومن الغريب أن هذا الاهتمام جاء بنفس القدر وفى فترة زمنية واحدة تقريباً بكل من انجلترا وروسيا واليابان. ففى عام ١٩٢٣، تقدم الباحث البريطانى جون لوجى بيرد بطلب للحصول على براءة اختراع لأول تليفزيون لنقل الصور بطريقة ميكانيكية أو آلية بالمعدات والأجهزة، وبدأ فى إجراء عدة تجارب عملية انتهت بالتجربة الناجحة لنقل الصور التى أجراها عام ١٩٢٦، ثم تقدم بيرد للعمل بهيئة الإذاعة البريطانية ليبدأ بها أول عملية بث تليفزيونى آلى بالمعدات، محاولا تسويق نظامه الخاص لنقل الصور التليفزيونية. من ناحية أخرى كان الباحث الروسى فلاديمير زووريكين قد تقدم فى عام ١٩٢٣ أيضاً بطلب للحصول على براءة اختراع لأول آلة تصوير تليفزيونى يمكنها تحويل الصور الضوئية إلى نبضات كهربية، ثم قام بتطوير جهاز استقبال. وفى عام ١٩٣٠، أجرى عرضا تجريبيا لنظامه الجديد بشركة «أر سى إيه» الأمريكية. وعلى صعيد آخر كان المبتكر

اليابانى كينجيرو تاكاياناجى يقوم بتطوير تليفزيون كهربائى خلال العقد الثالث أيضاً، ورغم أنه بدأ قبل الروسى زوويكين، إلا أن الدعاية الجيدة للأخير جعلت زووريكين يشتهر بلقب أبو التليفزيون. فقد تمكن اليابانى تاكاياناكى من نقل صورة بطريقة كهربية فى عام ١٩٢٦، بدرجة وضوح بلغت ٤٠ خط على فيلم يجرى بمعدل ١٤ صورة فى الثانية. وفى عام ١٩٣٢، غامرت هيئة الإذاعة البريطانية بتنفيذ أول برنامج إرسال تليفزيونى منتظم باستعمال معدات بيرد الميكانيكية. وظلت رغم ذلك تقوم فقط بنقل أحداث خاصة أو مناسبات فردية. أما أول محطة للإرسال التليفزيونى المنتظم فى العالم، فقد تم إنشائها فى عام ١٩٣٥ بألمانيا الموحدة (قبل تقسيمها إلى شرقية وغربية) بمناسبة تنظيم ألمانيا لدورة برلين للألعاب الأوليمبية فى عام ١٩٣٦ لتقوم بتغطية نتائجها وبث أخبارها. وقد بدأت شركة «إن بى سى» أول تجربة للإرسال الإليكترونى قبل بدء الدورة الأوليمبية من فوق أعلى مبنى فى العالم فى ذلك الوقت وهو مبنى «إمباير استيت» بنيويورك بالولايات المتحدة الأمريكية. أما أول تحقيق صحفى حى يتم من خلال

خدمة إذاعية تليفزيونية عالية المستوى باستخدام النظام الإليكتروني، فكان تتويج جورج الرابع ملكا على بريطانيا في عام ١٩٣٧، وقامت به هيئة الإذاعة البريطانية «بي بي سي».

وفي عام ١٩٤٩، قام دافيد سرنوف من شركة «آر سي إيه» الأمريكية بتطوير أول جهاز تليفزيوني ملون يعمل بالصمامات، إلا أن هذه الفكرة لم تتم بصورة عملية حتى تمكنت معامل شركة بيل من تطوير نظام ملون يمكنه نقل إشارات يمكن التقاطها بواسطة أجهزة التليفزيون الأبيض والأسود أيضًا في نفس الوقت. وقد أدخل هذا النظام – الذي ما زال معمولاً به حتى الآن في الولايات المتحدة واليابان – في عام ١٩٥٤. وخلال التسعينات من القرن العشرين، خرجت إلى الأسواق العالمية أجهزة التحديد الفائق للصورة التي تضم شاشاتها ألف خط بدلا من الشاشات العادية التي تتراوح خطوطها بين ٥٢٥ إلى ٦٢٥ خط فقط في المتوسط، ثم حدث في عام ١٩٩٦ أن تبنت إحدى الشركات وتدعى «إف سي سي» معياراً فنياً جديداً للإرسال التليفزيوني من خلال الإشارة الرقمية. وسمح ذلك باستخدام موجات إذاعية أعرض

فى البث، مما أتاح بث برامج متعددة على إشارات تليفزيونية بالغة التحديد، بجانب استخدام قنوات للمعلومات والموسيقى من مصدر واحد فى نفس وقت البث. أما القنوات القديمة التى تعمل بالتناظر، فقد تحدد عام ٢٠٠٩ لتوقفها عن العمل ليتم بعد ذلك توجيهها لأغراض اتصالية أخرى. ونظراً للخدمات المعلوماتية والتثقيفية المهمة التى يؤديها التليفزيون للمجتمعات فى كل دول العالم، استحق التليفزيون والبث التليفزيونى أن يكون أحد أهم الاختراعات فى القرن العشرين.

باردين وشوكلي وبراتين يخترعون الترانزيستور

مع بداية القرن العشرين عرف الباحثون أنابيب التفريغ الكهربى وتمكنوا من استخدامها فى تحويل التيار الكهربى المتردد إلى تيار ثابت وكذلك تكبير الإشارات الكهربية، وخلال العقود التالية تم تطويرها وتحسينها واستخدامها فى بناء دوائر كهربية أكثر تعقيداً. وفى عام ١٩٣٩، تم وضع أنابيب التفريغ داخل العديد من الأجهزة الكهربية مثل الراديو والتليفزيون وغيرها. وفى عام ١٩٤٥ تمكن العلماء بفضل هذه الأنابيب من بناء أجهزة كمبيوتر عالية السرعة، إلا أن الأجيال الجديدة من الكمبيوتر أكدت أن هناك حدوداً قصوى لأنابيب التفريغ لا يمكن تجاوزها عند رفع قدرة أجهزة الكمبيوتر بتركيبها الذى كانت عليه فى ذلك الوقت، حيث كان ذلك يتطلب عدداً أكبر من أنابيب التفريغ كبيرة الحجم. ولما كان تشغيل عدد أكبر من الصمامات يتطلب حجما أكبر للأجهزة واستهلاك قدر أكبر من الطاقة الكهربية نتيجة لارتفاع درجة حرارة الأنابيب عند تشغيلها بجانب هشاشتها وقابليتها للكسر، وهى أمور غير مرغوب فيها بالنسبة للمستهلك، لذلك أحس العلماء بأن هناك حاجة ملحة لابتكار شيء آخر أفضل وأصغر

حجماً من هذه الأنابيب الكبيرة الهشة المستهلكة للطاقة ولا تسخن مع طول التشغيل. وفى هذا الوقت، كانت هناك شركة أمريكية معروفة فى مجال إنتاج أجهزة ومعدات الاتصالات هى شركة «بيل» تواجه نفس المشكلة مع الصمامات لتطوير أجهزتها، وتحاول الوصول إلى شىء آخر بديل لاستخدامه فى توصيل المكالمات التليفونية، وكانت أشباه الموصلات المصنوعة من السيليكون مطروحة كبديل جديد فى هذا الوقت إبان الحرب العالمية الثانية، إلا أن الفنيين لم يكونوا على دراية كافية بطريقة عملها بجانب صعوبة تشغيلها، ولذلك قرر نائب رئيس شركة «بيل» تكوين مجموعة عمل تحت إشراف ثلاثة من كبار العلماء الأمريكيين لبحث إمكانية وجدوى استخدام أشباه الموصلات بدلا من أنابيب التفريغ فى أجهزة التليفونات. وبدأ العلماء الثلاثة ويليام شوكلى وجون باردين وولتر براتين فى إجراء تجاربهم بمساعدة بعض الباحثين، وبعد عامين من الأبحاث المكثفة المليئة بالإحباطات تمكن باردين وبراتين من تطوير دائرة تكبير باستخدام عنصر الجيرمانيوم وهو أحد أشباه الموصلات، وأسموها ترانزيستور، وأعلنوا هذا الاختراع فى مؤتمر صحفى عالمى. وفى عام ١٩٥٠، تمكن العالم الثالث

شوكلى من تطوير ما توصل إليه زميلاه باستخدام قطعة صغيرة وأسمى ابتكاره هذا باسم «ترانزستور توصيل». وبرزت أهمية هذا الابتكار وأخذ ينتشر تدريجياً حتى عرف فى أنحاء العالم باعتباره يمثل تكنولوجيا جديدة لأشباه الموصلات المصنوعة من المواد الصلبة والتى تتميز بصغر حجمها مقارنة بأنابيب التفريغ الكبيرة وتتمتع بخصائص كهربية جيدة مع رخص ثمنها ومتانتها وعدم حاجتها لقدر كبير من الطاقة عند تشغيلها مع استعدادها الدائم للعمل فى أى وقت وبشكل فورى بمجرد توصيلها بمصدر كهربى. ولكل هذه الأسباب بدأت شركة «بيل» فى استخدام الترانزيستور فى المعدات الكهربية وأجهزة التليفزيون، كما قامت بتنظيم عدة دورات وبرامج لتدريب الفنيين على تكنولوجيا الترانزيستور، مما ساعد على انتشارها بالمعنى والمضمون فى مختلف أنحاء العالم، وأدى إلى تصغير حجم الأجهزة الكهربية. ونستطيع القول بأن تطوير الترانزيستور كان من أهم الأسباب التى كانت أساساً لأبحاث تطوير الدوائر الكهربية التى أحدثت ثورة كبرى فى مجال إنتاج الأجهزة الكهربية وصناعة الإليكترونات فى العالم. ففى نهاية العقد السابع وتحديداً فى عام ١٩٧٠، قام الأمريكى الشاب

جاك كيلى الذى كان يعمل مهندساً بشركة تكساس للأدوات الكهربية بوضع بعض الترانزيستورات والمكثفات معاً وربط بينهم بطبقة رفيعة من السليكون «أحد أشباه الموصلات» وبذلك أكمل الدائرة الكهربية وقام بتوصيلها معاً فى قطعة واحدة على لوح صغير ضم المكونات الإليكترونية والترانزيستورات والصمامات الثنائية والمكثفات والمقومات وغيرها. وبفضل وجود هذا النوع من الشرائح، تمكن من إحداث ثورة بعيدة المدى فى صناعة الإليكترونات، وتمكنت شركة تكساس للأجهزة الكهربية من تطوير إنتاج أول نوع من شرائح السليكون فى عام ١٩٥٩.

وبعد ذلك بعشر سنوات، تمكن الباحث جلبيرت هايات فى عام ١٩٧٠ من تطوير الدوائر المتكاملة كخطوة جديدة إلى الأمام بضم كل القطع الضرورية لتشغيل أجهزة الكمبيوتر عدا الذاكرة فى لوحة واحدة أسماها باللوحة الأم، وقدم جاك كيلى براءة اختراع بأول حاسب آلى صغير الحجم نسبياً، وفى العام التالى له، تمكن ثلاثة من المهندسين الشبان بشركة «إنتيل» الأمريكية من سرقة فكرة الباحث جاك كيلى من مكتب البراءات واستخدامها فى إنتاج أول حاسب آلى صغير

قابل للتسويق التجارى فى العالم. وفى عام ١٩٩٠، اعترف مكتب براءات الاختراع الأمريكى بحق الباحث جلبيرت هايات فى براءة الاختراع الخاصة بأول حاسب آلى صغير الحجم فى العالم باسم هايات ٤٠٠٤، فى الوقت الذى كان لهايات جهاز آخر أكثر تطوراً يباع بالأسواق هو «إنتل ٨٠٠٨»، الذى كان أقوى من الجهاز السابق عليه بنحو ١٦ مرة رغم كونه أصغر جهاز كمبيوتر ينزل إلى أسواق العالم حجما. ونظرا لأهمية تطبيقات هذا الإختراع فى حياتنا العملية، قررت الأكاديمية السويدية للعلوم منح العلماء الثلاثة شوكلى وباردين وبراتين جائزة نوبل فى الطبيعة عام ١٩٥٦ مشاركة فيما بينهم وبفضل هذا الاختراع أصبح يتوافر فى العالم الآن آلاف الحاسبات الآلية الدقيقة التى وصلت إلى حجم الكتب الصغيرة بقدرات متفاوتة وذاكرات هائلة تلبى كافة الاحتياجات. ومع ذلك ما زال الحاسب الصغير الذى ابتكره هايات يستخدم بشكل كبير جداً فى الغسالات وأفران الميكروويف وأجهزة التليفزيون والفيديو وغيرها. ولذلك نستطيع القول إن اختراع الترانزيستور والذى نقصد به الشريحة الموضوع عليها الدوائر المتكاملة كان من أهم الاختراعات التى شهدها العالم فى القرن العشرين لدورها فى تسهيل حياة البشر.

١٢ - لورنس يخترع السيكلوترون (the cyclotron)

عندما حصل إيرنست أورلاندو لورنس على درجة الدكتوراة فى الطبيعة فى عام ١٩٢٨ ، كانت أسخن قضية بحثية مطروحة على الساحة آنذاك هى قذف نواة الذرة لمشاهدة النواتج المحتملة التى يمكن أن تخرج نتيجة لهذا القصف. وكان إيرنست رازرفورد قد أوضح أن ضرب نواة أحد العناصر بجسيم يمكن أن يجعله يطلق بعض إليكتروناته، مما يؤدى لتحويله إلى عنصر آخر مختلف فى خصائصه الطبيعية والكيميائية. وفى ذلك العام التحق لورنس بكلية الطبيعة جامعة كاليفورنيا فى بيركلى، وجذبته تلك الأفكار الجديدة فى علوم الطبيعة. وكان الباحثون حتى هذه اللحظة يستخدمون جسيمات ألفا (منتج النشاط الإشعاعى الطبيعى) والبروتونات (تحتوى ذرة الهيدروجين على إحداها ذو شحنة موجبة) لضرب الذرات الأخرى، ويبدو أن هذا المجال البحثى قد أنهكهم، فقرروا تعلم بعض النقاط الجديدة، ولكى يتعلموا المزيد عن الذرة، كانوا فى حاجة إلى طريقة صناعية لمساعدتهم على زيادة سرعة الجسيمات إلى طاقة أكبر. ولذلك

فكروا فى ابتكار وسائل أخرى، وفى سبيل ذلك، تم اختراع عدة وسائل جديدة لزيادة سرعة الجسيمات (معجلات) لإعطاء الجسيمات المقذوفة دفعة قوية من الطاقة الكهربية، ولكن يبدو أن الأمر كان يحتاج دفعة كبيرة تقدر قوتها بحوالى واحد مليون إليكترون فولت للحصول على التأثير المطلوب من ضرب نواة العنصر، كما أنه كان من المستحيل تقريباً صناعة آلة يمكنها أن تتحمل مثل هذه القوة. وفى غضون تلك الفترة، حدث أن قرأ لورنس ورقة بحثية جديدة ألمانية تتكلم عن المعجل الخطى الذى ساعد فى دفع طاقة جسيم باستخدام مجالات كهربية مترددة، مما أدى بالفعل إلى زيادة سرعة الجسيمات المقذوفة إلى السرعات العالية المطلوب تحقيقها، وكان ينبغى فى هذه الحالة أن يكون المعجل من الطول بصورة غير عملية. وعلم لورنس أن المجال المغناطيسى يمكن أن يؤدى لانحراف الجسيمات المشحونة فى مسار منحن، ويجعلها تدور فى مسار حلزونى مما يمكن أن يدفع طاقتها شيئاً فشيئاً بشكل تدريجى مع كل دورة فى المسار الحلزونى. ولما كانت هذه الآلة الحلزونية من حيث الحجم والحيز مناسبة لوضعها فى

غرفة واحدة، فمن الممكن بهذه الطريقة أن تندفع الجسيمات فى ذلك المسار الحلزونى حتى تخرج من المعجل وقد اكتسبت السرعة العالية المطلوبة لضرب نواة الذرة. وعندئذ يصبح ممكنا والجسيمات تتحرك بهذه السرعة العالية أن تخرج من المعجل بقوة كبيرة لتدخل فى مجمع الجسيمات. وهنا شجعت الجامعة لورنس على المضى قدماً فى أبحاثه وأعطته دفعة كبيرة فى عام ١٩٣٠ ببناء ما أسماه «سيكلوترون». وحاول لورنس مع بعض الطلبة الخريجين تجربة عدد من الأنظمة المختلفة، وحققوا نجاحاً ملحوظاً باستخدام أقطاب كهربية، ومولد منتج للترددات اللاسلكية بقوة ١٠ وات، وحيز فراغ، وأيونات هيدروجين ومغناطيس كهربى طوله ١٠ سنتيمترات. وكان الابتكار الجديد صغيراً جداً فى الحجم. وفى عام ١٩٣١، تمكن فريق لورنس من توليد قوة قذف بلغت ٨٠ ألف إليكترون فولت باستخدام مغناطيس أكبر حجما، ثم نجحوا مع نهاية ذلك العام فى زيادتها إلى مليون إليكترون فولت باستخدام مغناطيس كهربى طوله ٢٥ سنتيمترا، ثم بدأت تتوالى السيكلوترونات بعد ذلك بأحجام وقدرات مختلفة أكبر،

حتى أمكن استخدام سيكلوترون به مغناطيس كهربى طوله ٦٩ سنتيمتر فى زيادة سرعة الأيونات المحتوية على كل من البروتونات والنيوترونات، وبهذا المعجل تمكن الباحثون من إنتاج نظائر مشعة صناعية مثل التكنسيوم والكربون المشع ١٤ الذى يستخدم بكثرة فى المجالات الطبية والبحوث الاستكشافية. وفى عام ١٩٣٩، تم استخدام سيكلوترون يحتوى على مغناطيس كهربى بطول ١٥٢ سنتيمتر للأغراض الطبية. وبناء على هذه الجهود المثمرة، فاز لورنس بجائزة نوبل فى الطبيعة، وبدأ العمل فى بناء سيكلوترون بطول ٤٦٧ سم فى عام ١٩٤٠، إلا أن اشتعال الحرب العالمية الثانية أوقف تطوير مثل هذا المعجل. وتحولت جهود فريق العالم لورنس واهتماماته إلى استخلاص وإنتاج اليورانيوم ٢٣٥ الذى كان مطلوبا فى إنتاج القنبلة الذرية. وكان لاستكمال تطوير السيكلوترون وزيادة حجم معمل لورنس لبحوث الإشعاع ارتباطات كثيرة بالنسبة للعلوم والطريقة التى تم تصنيعه بها. واستطاعت هذه الوسيلة الجديدة أن تكتشف نواة الذرة وأن تقدم تطبيقات جديدة فى البحوث الطبية والكيميائية وكانت بداية لحقبة جديدة بالنسبة لطبيعة

الطاقة العالية، كما كانت كذلك بداية لعصر العلم الكبير. وقد تطلبت رعاية هذه المنشأة الكبيرة متزايدة الحجم، ذات الأدوات باهظة التكاليف تعيين مزيد من البشر المؤهلين، وموارد مالية ضخمة قبل كل شيء. ورأت الحكومات والمنشآت أن مثل هذه الأبحاث الجديدة تمثل كعكة ثمينة، ولذلك سعت لتمويلها. وتوفى العالم الدكتور إيرنست لورنس فى عام ١٩٥٨، ثم حدث أن تم اكتشاف العنصر رقم ١٠٣ فى عام ١٩٦١، ولذلك تم تسميته لورنسيوم نسبة إلى العالم الراحل الدكتور لورنس تكريماً له وتخليداً لاسمه اعترافاً بفضله على البشرية ودوره فى تطوير علوم الطبيعة والطب والكيمياء وغيرها من العلوم التى استفادت بتطبيق نتائج أبحاثه.

١٣ - إدوين هابل يثبت أن الكون فى حالة تمدد

كانت لإدوين هابل اكتشافات عديدة وأبحاث كثيرة أجراها فى مجال بحوث الفلك والفضاء، إلا أن الاكتشافين العلميين اللذين كانا يعدان مفتاحاً للاكتشاف المعجز لإدوين هابل (Edwin Hubble) تم تزويرهما بواسطة بعض الباحثين الآخرين فى العقد الثانى من القرن العشرين. وسمح المفتاح الأول الذى يتمثل فى مقياس فترة الشروق أو سطوع الشمس المكتشف بواسطة هنريتا ليفيت لعلماء الفلك بحساب المسافة من الأرض إلى النجوم المختلفة، وكان هابل قد تمكن بالفعل من استخدام هذه المعلومات فى اكتشافه الذى توصل إليه عام ١٩٢٤ من أن سديم مجرة أندروميدا الذى يحتوى على نجم متغير يبتعد عن الأرض مسافة تقدر بحوالى ٩٠٠ ألف سنة ضوئية، وهى فى طريق يقع خلف مجرتنا، وكانت هذه المعلومات بمثابة صدمة أدهشت كل إنسان فى تلك الفترة. وقد تمكن هابل بهذا المقياس وببعض الأدوات الأخرى من إيجاد وقياس ٢٣ مجرة أخرى خارج مجرتنا، تقع على مسافة تبلغ حوالى ٢٠ مليون سنة ضوئية. أما المفتاح الثانى،

فكان يتمثل فى العمل الذى قام به فيستو سليفر (Vesto Silver) عندما قام ببحث ودراسة السديم الحلزونى (Spiral Nebulae) قبل اكتشاف هابل لمجرة أندروميدا (Undromeda). فتشع هذه الأجسام الضوء الذى يمكن أن ينقسم إلى الألوان المكونة له على الطيف، ثم تظهر الخطوط بعد ذلك فى هذا الطيف بصفة خاصة أنماطا تعتمد على العناصر الموجودة فى المصدر الضوئى. وهنا إذا كان مصدر الضوء يتحرك للخارج، فإن الخطوط تدفع إلى الجزء الأحمر للطيف. وعندما قام سليفر بتحليل أشعة الضوء الخارج من سلسلة السحب السديمية، وجد أنها جميعها تقريباً تبدو متحركة بعيداً عن الأرض. ولذلك علم سليفر أن اندفاعها أو انحرافها ناحية الجزء الأحمر توحى بأن الجسم كان يتحرك بسرعة بعيداً عن المراقب لها، ولكنه لم يكن لديه أى طريقة لقياس المسافات من الأرض إلى هذه الأجسام التى يميل لونها إلى اللون الأحمر.

وكانت ملاحظة هابل الذكية بأن الانحراف الأحمر للمجرات إنما يتناسب تناسباً طردياً مع المسافة من المجرة إلى

الأرض. وكان ذلك يعنى أن الأشياء الأبعد من الأرض كانت تتحرك مبتعدة بشكل أسرع. وبمعنى آخر، يجب أن يكون الكون فى حالة اتساع مستمر. وأعلن نتائج اكتشافاته فى عام ١٩٢٩. وبلغ معدل المسافة إلى الانحراف الأحمر ١٧٠ كيلو متر فى الثانية بكل سنة ضوئية من المسافة. وهو ما يسمى الآن باسم «ثابت هابل»، إلا أن الأرقام لم تكن صحيحة تماماً ولذلك أدت مراجعة أساليب وتقنيات القياس إلى تغيير كل الأرقام الأولى لهابل ولكن دون المبدأ الأساسى. وظل هو نفسه يعمل على حل المشكلة ويجمع البيانات طوال فترة عمله. وقد اعتبر البعض اكتشاف هابل أكثر الأحداث الفلكية أهمية فى مجال الفلك فى القرن العشرين، لدوره فى إحداث أكبر تغيير أساسى فى رؤيتنا للعالم منذ عهد كوبرنيكاس قبل ٤٠٠ سنة مضت، حيث توضح نتائجه أن الكون كان يتمدد، وهو ما يدعم النظرية التى اقترحها جورج لوميتر (George LeMaitre) فى عام ١٩٢٧. فمن الضرورى لكون فى حالة اتساع نتيجة لما يشبه الأثر البعدى لانفجار أنه كان من قبل غير منفجر، أى كتلة واحدة فى الزمن والفراغ.

١٤ - الانفجار الكونى العظيم ونظـرية جـديدة لنشـأة الكـون

على مر التاريخ اجتهد العلماء فى محاولة وضع نظرية لنشأة الكون، ورغم وجود عدة نظريات طرحها العلماء من قبل، إلا أن ما طرحه جورج لوميتر (George LeMaitre) فى عام ١٩٢٧ تحت اسم الانفجار الكونى العظيم، وجد بحق إجماعًا كبيرًا من معظم علماء الفلك والمفكرين فى العالم، كما اعتبره الفلكيون فى ذلك الوقت الأقرب للعقل والمنطق. فقد تخيل لوميتر أنه كانت هناك ذرة عملاقة كثيفة تحتوى على كل مادة الكون، ثم انفجرت لتكون المجرات والمجموعات الشمسية التى أخذت تتباعد عن بعضها البعض بقوة الانفجار، وكان يرى أن الكون لا يزال فى حالة تمدد واتساع. وبينما لجأ من يؤيدون فكرة لوميتر إلى استخدام فكرة الاتجاه إلى الكبر والاتساع التى تذكر أن كل شىء فى الكون يتحرك نحو الاتساع المستمر من كبير إلى أكبر، اكتفى البعض الآخر بالملاحظة، إلا أن نظرية لوميتر لا شك قد فتحت الباب على

مصراعيه أمام العامة والخاصة مثل علماء الطبيعة والفلك للتفكير فى نشأة الكون وطرح أكبر عدد من الأسئلة والاستفسارات عن طبيعة هذه الذرة التى انفجرت وماذا عساها أن تكون، ولماذا انفجرت وكيف تم ذلك الانفجار. ولذلك شهدت السنوات التالية لخروج هذه النظرية جدلاً كبيراً لم يهدأ بين العلماء المؤيدين للنظرية الجديدة والمؤيدين للنظرية القديمة التى تقول بأن الكون سرمدى وخالد وغير متغير، وفى حالة ثبات، ولم يهدأ ويتوقف هذا الجدل إلا عندما أعلن العالمان أرنو بنزاييس وروبرت ويلسون (Arno Penzias & Robert Wilson) أنهما وجدا دليلاً يؤكد وجود إشعاع ناتج عن البقايا الكونية الناتجة عن انفجار الذرة الأصلية العملاقة المكثفة الحاوية لمادة الكون، ولعل من أهم ما يؤيد تلك النظرية ما رصده علماء الفلك مؤخراً فى التسعينيات بواسطة عدسات التليسكوبات العملاقة عندما شاهدوا وهجاً كبيراً أرجعوه إلى أنه يمثل صورة تذكارية لما حدث فى الانفجار الكونى العظيم ولكن ضوءه لم يصل إلى الأرض إلا بعد مرور نحو ١٤ مليار سنة هى عمر الكون ذاته منذ وقوع هذا الانفجار حتى الآن.

أما العالم لوميتر فهو بلجيكى الأصل ولد فى عام ١٨٨٤ وكان يعمل أسقفاً بأحد الكنائس الكاثوليكية، ولكن استهوته دراسة الطبيعة والفلك ودرس قوانين أينشتاين للجاذبية التى نشرها فى عام ١٩١٥، واستنتج منها أنه إذا كانت نظرية أينشتاين صحيحة، فإنها تعنى أن الكون لابد أن يكون فى حالة تمدد مستمر. وفى عام ١٩٢٧، وهو العام الذى حصل فيه لوميتر على درجة الدكتوراة فى الطبيعة من معهد مساشوسيتس بالولايات المتحدة، وضع نظريته التى لاقت قبول من حوله.

١٥ - هايزنبيرج يضع مبدأ اللايقين (Uncertainty)

في عام ١٩٢٧، كان فيرنر هايزنبيرج يعمل في الدانمارك بمعهد أبحاث نيلز بوهر (Niels Bohr) بكوبنهاجن. وعمل العالمان بالقرب من بعضهما البعض على الأبحاث النظرية في نظرية الكوانتم أو «الكم» وطبيعة علوم الطبيعة. وكان بوهر يقوم بقضاء أجازة في التزحلق على الجليد، بينما ترك هايزنبيرج يفكر في الأمر، فقد كان لديه إدراك واضح عن حدود المعرفة المادية أن عملية المراقبة تغير الحقيقة التي يتم مراقبتها، على الأقل عند مستوى ما دون الذرة. فلكي يقيس باحث خواص جسيم مثل الإليكترون، فإنه يحتاج لاستخدام أداة للقياس، وعادة ما تكون هذه الوسيلة هي الضوء أو الإشعاع، ولكن الطاقة في هذا الإشعاع تؤثر على الجسيم الذي يتم مراقبته. وإذا ما قمت بضبط شعاع أو حزمة الضوء في وضع القياس بدقة، فإنك تكون في حاجة لطول موجي قصير، وشعاع عالي الطاقة. ومن الممكن أن تدلك على موقع أو وضع، ولكن طاقتها من الممكن أن تفصل القوة الدافعة للجسيم، ثم إذا قمت بضبط شعاع الضوء على طول موجي

أطول وطاقة أدنى، فإنك تستطيع أن تقيس قوة دفع الجسيم بشكل أقرب وأكثر دقة، ولكن الموقع قد لا يكون دقيقاً. ولا شك أن هذا المبدأ قد اخترق الاعتقاد القديم الذى عاش قرونا طويلة بأن الكون وكل شيء فيه يعمل مثل عمل الساعة. فلكى تتنبأ بعمل الساعة يحتاج الفرد إلى قياس صفاتها وأجزائها عند نقطة محددة من الزمن. وقد افترضت الطبيعة الكلاسيكية أن ضبط عملية القياس هو عملية غير محدودة من الناحية النظرية، ولكن هايزنبيرج ذكر أنه طالما أنك لن تتمكن أبدا من القياس بيقين كامل أكثر من خاصية واحدة لجسيم، فإن بوسعك فقط أن تعمل بالاحتمال والمعادلات الرياضية. أطلق هايزينبيرج (Heizenburg) على ذلك اسم ميكانيكا المصفوفة، وسرعان ما بدت مساوية لنظرية الموجة الأكثر قابلية للتخيل لإدوين سكرودينجر. وكان قبول مبدأ عدم اليقينية صعبا فى بادئ الأمر حتى على العلماء. ومع ذلك فقد استطاع بوهر أن يطور نظرية التتام أو التكاملية. فقد ذكرت هذه النظرية أن هناك طبيعة مزدوجة للأشياء. فعلى سبيل المثال كان الإليكترون موجة وجسيم، ولكننا استطعنا فقط أن نلاحظ

جانباً واحداً من هذه الطبيعة المزدوجة فالكرة على سبيل المثال، لها صورتان مختلفتان لسطحها هما المقعر والمحدب، ونستطيع أن نتحسس المحدب من السطح الخارجى للكرة، ولكنها من الداخل تبدو مقعرة تماماً. ومن الممكن أن تتجاوز هذه النظرية فى تأثيرها كثيراً علم الطبيعة وتمتد إلى المجالات الأخرى للعلوم بالإضافة إلى الآداب والفلسفة. وكانت نظريتا هايزنبيرج وبوهر متسقتين ومتناغمتين وعرفتا معا باسم تفسير كوبنهاجن وقُبلتا كأساس لنظرية الكوانتم أو الكم.

وفى يوم ٢٢ سبتمبر عام ١٩٢٧، نشرت جريدة نيويورك تايمز موضوعا عن مفاهيم نظرية الكم، جاء فيه حرفيا أنه من بين عناوين ٣٠ بحث تم إلقاؤها فى ذلك اليوم أمام مؤتمر الجمعية البريطانية لتقدم العلوم، كانت ورقة الباحث الألمانى الشاب الدكتور هايزينبيرج هى أهمها. فقد استمع نحو ٢٠٠ باحث وعالم رياضيات لملخص البيان التفسيرى للمفهوم الذى سيجعل من الضرورى تعديل الاعتقاد فيما يسعدنا تسميته بالشعور العام المشترك والحقيقة، وكان من الممكن لرجل الشارع -- الذى ليس لديه معرفة بالرياضيات العالية عندما

يستمع للدكتور هايزنبيرج وكل من ناقشوا ما خلص إليه – أن يقرر أن قسم الطبيعة هذا الذى ينتمى إليه الباحث وهو بشكل خاص من الجمعية البريطانية يضم مجانين هادئين مهذبين ولكنهم مصممون على ما ابتدعوه من علم رياضة خادعة تماماً وكأنهم يعيشون فى عالم خاص بهم وحدهم. فلكى تشرح نظرية الكم والتعديلات التى أدخلها عليها الدكتور هايزنبيرج وآخرين، فإن الأمر يبدو أكثر صعوبة من شرح نظرية النسبية. فهى أشبه ما تكون بمحاولة تعليم فرد من أهل الإسكيمو أصول اللغة الفرنسية دون أن تتحدث بالفرنسية. وبمعنى آخر، فلا يمكن التعبير عن النظرية بالصور، كما أن مجرد الكلمات لا تعنى شيئاً، إذ يتعامل الفرد مع شىء لا يمكن التعبير عنه إلا رياضياً. ومع ذلك فقد كانت النتائج مروّعة. فتتوقف الإليكترونات والذرات عن أن يكون لها أى حقيقة كالأشياء التى يمكن كشفها بالحواس إما مباشرةأو بشكل غير مباشر. وحتى الآن نحن مقتنعون بأن العالم يتألف منهما. ففى هذا الكون الرياضى، تكون الأحداث أكثر أهمية من المادة. فيتم إلقاء كل الصور العقلية التى كوناها من

أجسام متحركة خلال الفضاء فى عالم من الفوضى. وهذا المفهوم من البساطة الشديدة مثل كرة بيسبول طائرة من القاذف إلى المهاجم وتتحول إلى جهة غامضة ومشكوك فيها أو حتى سخيفة. وقد أوضح بلانك واضع نظرية الكم، وكل من هايزينبيرج وسكرودينجر ودى بروجلى أن كل علم الميكانيكا يجب أن تعاد كتابته، وعندما تعاد كتابته، فلا أحد سوى عالم الرياضة هو الذى سيكون قادراً على فهمه. حيث يواجه العالم العلمى بثورة عظيمة مثل التى طرحها أينشتاين.

١٦ - سولك ينقذ العالم من شلل الأطفال

من المعروف أن شلل الأطفال مرض فيروسى معدى، كما أنه قديم جداً قدم البشرية ذاتها، وليس له علاج فى أى مكان بالعالم حتى الآن. فهو مرض يهاجم الخلايا العصبية ويدمرها، وفى بعض الأحيان يهاجم الجهاز العصبى المركزى ويسبب نقص الكتلة العضلية والشلل ويؤدى للوفاة أحياناً. وبينما كان المرض فى ذروته فى الولايات المتحدة، حيث بلغت نسبة الإصابة أعلى معدلاتها فى العالم، توصل الباحث جوناس إدوارد سولك إلى طريقة مبتكرة لمنع المرض والوقاية منه، فمنذ عام ١٩٠٠، كانت هناك دورة للأوبئة، وفى كل مرة كان يظهر أحد الأوبئة بصورة أشد فتكاً وضراوة مما كان عليه فى المرة السابقة. والخطير فى الأمر، أن شلل الأطفال - الذى يأتى بأعراض بسيطة تشبه أعراض الإنفلونزا - يصيب الأطفال فى أكثر من ٩٠٪ من الحالات، ويصيب البالغين فى النسبة الباقية، وكان من أشهر ضحاياه من الكبار الرئيس الأمريكى الأسبق فرانكلين روزفلت. وكطبيب وباحث بكلية الطب جامعة متشجن، درس جوناس إدوارد سولك الفيروسات مثل

الإنفلونزا وطرق العدوى والوقاية والتحصين ضدها، وتساءل فى نفسه إذا كانت هناك بعض اللقاحات بالفعل مثل لقاح الجدرى، فلماذا لا توجد هناك لقاحات تعطى بشكل روتينى ضد الأمراض الفيروسية الخطيرة الأخرى مثل شلل الأطفال، أما بالنسبة للأمراض الفيروسية الأخرى الضعيفة، فإن الجسم كفيل بها ويستطيع أن يقاومها ويتغلب عليها بأسلحته الخاصة وقوة جهازه المناعى، ولذلك يجب أن يتم تدعيم الجسيم بلقاحات وأمصال ضد الأمراض الفيروسية الخطيرة. ويتم تحضير الأمصال من دماء المرضى الذين سبق إصابتهم بالمرض، أما اللقاحات فيتم تحضيرها إما من أجزاء الفيروس الذى يصيب الإنسان نفسه، أو من فيروسات ضعيفة أو مضعفة منه.

وفى عام ١٩٤٧، تولى سولك رئاسة معامل أبحاث الفيروسات بجامعة بتسبيرج وبدأ فى جمع البيانات عن فيروس شلل الأطفال، وخلال ذلك قام بجمع ١٢٥ عينة من الفيروس، واكتشف أنها جميعها تندرج تحت ثلاثة أنواع أو سلالات أساسية، كما عرف أن اللقاح يجب أن يكون منتجاً من هذه السلالات أو الأنواع الثلاثة معاً وليس أحدها فقط

وذلك لضمان حماية الإنسان منها جميعاً. وكانت أهم مشكلة واجهته في سبيل إنتاج لقاح واق ضد المرض هي تصنيع كمية كبيرة تسمح له بتجربة اللقاح على عدد كاف من الفئات الأكثر عرضة للإصابة بالمرض وهم الأطفال، للحصول على نتيجة تصلح أساساً لتقييم فاعلية اللقاح، فلا يصلح تجربته على مائة أو مائتى طفل مثلاً، ولكن يجب أن يجرب على عدة آلاف دفعة واحدة، لأن نسبة الإصابة فى أى مجتمع تدور حول ٣ فى الألف أو ثلاثة آلاف فى المليون، ولذلك فلتقييم الطعم الجديد، كان ينبغى تجربته على عدة آلاف، لأن مثل هذا العدد قد يتعرض للإصابة بالمرض بشكل طبيعى، ومن ثم لا يمكن الحكم على الطعم الجديد ما لم تتم تجربته على بضعة آلاف. وفى عام ١٩٤٨، تمكن باحثا جامعة هارفارد أندرز ورويتز من إحراز تقدم كبير فى مجال تحضير هذا اللقاح، حيث وجدوا أن الفيروس يمكن أن ينموا على أجزاء من أنسجة الجسم دون حاجة إلى جسم كائن آخر غير مصاب مثل جنين بيضة، واستخدموا البنسلين لمنع إصابته بأى بكتيريا أثناء تربية الفيروس عليه، ضماناً لنقاءه. وعندئذ أصبح من الممكن تربية فيروسات خطيرة أخرى بجانب فيروس

شلل الأطفال مثل فيروس الغدة النكفية وبكميات كبيرة تكفى للدراسات والأبحاث. وبناء على هذه النتائج فاز هذا الفريق بجائزة نوبل فى الطب عام ١٩٥٤ . وعندئذ استطاع سولك أن يعجل من وتيرة أبحاثه باستخدام مادة فورمالدهايد لقتل الفيروس ولكنه حافظ عليه سليماً بالقدر الذى جعله قادراً على إحداث رد الفعل أو الاستجابة المناعية المناسبة. وفى يوم ٢ يوليو من عام ١٩٥٢ ، قام سولك بتجربة أول لقاح منقى من أجزاء الفيروس ضد المرض فى أطفال كانوا قد أصيبوا بالفعل بمرض شلل الأطفال ووجد أنهم شُفوا من المرض بعد التحصين. حيث أدى اللقاح لزيادة الأجسام المضادة لديهم، مما ساعدهم فى التغلب على المرض. ثم بدأ سولك فى تجربة اللقاح الجديد على متطوعين لم يصابوا بالفيروس كان هو نفسه وزوجته وأولاده من بينهم، فوجد أنهم جميعاً أنتجوا أجساماً مضادة للفيروس فى دمائهم، ولم يصب أحد منهم بالمرض نتيجة لذلك. وفى عام ١٩٥٣ ، أعلن سولك نتائج أبحاثه وقام بإعداد ورقة بحثية نشرها فى مجلة الجمعية الطبية الأمريكية، وكان من نتائج ذلك أن بدأت كل الولايات الأمريكية تجرب اللقاح الجديد بداية من أبريل ١٩٥٤ ، ولذلك

ارتفع رصيد سولك إلى عنان السماء، ولكن حدث فجأة أن توفى ١١ فرد وأصيب نحو ٢٠٠ فرد بالمرض ممن أخذوا اللقاح، وعندئذ، أصدرت وزارة الصحة قراراً بإيقاف استخدامه. وأثبت التحقيق أن الإصابات لم تكن بسبب اللقاح ذاته ولكن بسبب سوء تصنيعه من إحدى شركات الدواء دون غيرها. وبناء على هذه النتائج، عادت الولايات المتحدة مرة أخرى لاستخدامه على نطاق كبير. وفى عام ١٩٥٩، بدأت دول عديدة فى العالم تستخدم لقاح سولك، وبدأ تحضيره يتم طبقاً لمعايير أعلى كثيراً فى قتل الفيروس وتنقية اللقاح، ولذلك انخفضت حالات شلل الأطفال فى العالم إلى أعداد قليلة جداً واستمر هذا الانخفاض تدريجياً حتى بلغ عدد المصابين فى العالم ٢٥٠ إنسان وهو مستمر فى الانخفاض مع استمرار استخدام اللقاح وفى سبيله إلى الاختفاء التام من العالم قريباً. وعلى صعيد آخر، كان الباحث ألبرت سابين يظن أن لقاح سولك المصنوع من الفيروس المقتول كان قوياً بالدرجة الكافية، وأراد قدر المستطاع أن يحاكى العدوى بالفيروس الحى، مما كان يعنى استعمال شكل ضعيف من أشكال الفيروس الحى. ولذلك قام بإجراء عدة تجارب على أكثر من

٩٠٠٠ قرد و ١٠٠ شامبانزى قبل عزل صورة نادرة من أشكال فيروس شلل الأطفال التى يمكن أن تتكاثر داخل الأمعاء الدقيقة، ولكن ليس فى الجهاز العصبى المركزى. وفى عام ١٩٥٧، كان سابين جاهزا لإجراء المرحلة الأخيرة لاختبار لقاح جديد - يؤخذ بطريق البلع وليس بطريق الحقن - على مجموعة من البشر، وتم اختباره فى دول أخرى كان من بينها الاتحاد السوفيتى وبعض دول أوروبا الشرقية. وفى عام ١٩٥٨، قامت مجموعة أخرى من الباحثين بتجربة إحدى سلالات الفيروس فى الولايات المتحدة، وحاولوا أن يلقوا بظلال الشك على لقاح سابين «الشيوعى»، وبالرغم من ذلك تم تسجيل لقاحه والترخيص باستخدامه فى عام ١٩٦٢ وسرعان ما أصبح اللقاح المختار فى معظم دول العالم بسبب كونه الأرخص فى التكلفة والأسهل فى الاستخدام مقارنة بلقاح سولك الذى كان يستخدم بطريق الحقن. ونظراً لأن سولك كان صاحب السبق فى الوصول إلى أول لقاح واقى من شلل الأطفال فى العالم، لذلك نستطيع القول أن لقاحه كان واحداً من أهم الاكتشافات العلمية فى القرن العشرين.

١٧ - إنتاج الأدوات الكهربية للاستعمال المنزلى

بعد عدة سنوات من الادخار لأغراض المجهود الحربى بدأ الاقتصاد المزدهر للولايات المتحدة يجعلها مؤهلة للانطلاق فى مجال إنتاج سلع المستهلك والتكنولوجيا التى شكلت ملامح العقد الثالث من القرن العشرين. وقد خرجت الولايات المتحدة الأمريكية من الحرب العالمية الأولى أمة دائنة للآخرين وقوة اقتصادية مسيطرة، وشهدت الأعمال التجارية ازدهاراً كبيراً. وربما لم تكنْ فكرة السداد على أقساط جديدة، ولكنها أصبحت عادة فى عصر موسيقى الجاز.

وقام الكتاب والمفكرون بتحليل أحداث هذه الفترة، ليقترحوا أن خوض دولة ما لحرب مخيفة ومرعبة يجعل الناس يشعرون بأن الحياة قصيرة جداً بما لا يسمح لهم بأن يحققوا فيها شيئاً، ولكن المصنعون المدعومون من جانب صناعة الإعلانات التى تطورت وأصبحت قوة كبيرة، خاصة بما أضافه عالم السلوكيات جون واطسون (Jhon Watson) أجبرتهم على التعامل معهم. وفى نفس الوقت تم تطبيق

أساليب الإنتاج الكبير – التى كان لهنرى فورد (Henry Ford) قصب الريادة فيها – على صناعات عديدة من صناعة التعليب إلى صناعة السينما.

وكانت الأجهزة الكهربية للاستخدام المنزلى تمثل أحد أكبر قطاعات السوق فى العشرينات. وفى عام ١٩٢١، دخلت صناعة المكانس الكهربية من إنتاج إليكترولوكس (Electrolux) بدلاً من صناعة المقشات ومنافض السجاجيد. وفى عام ١٩٢٣، بدأت شركة شيك (Schick) فى تسويق أول ماكينة حلاقة كهربية، كما تم إدخال المجفف الكهربى للغسيل، ومهد صندوق الثلج المعروف باسم: «أيس بوكس» الطريق لدخول الثلاجات الكهربية، وأدخل بيردزاى (Birdseye) الأطعمة المجمدة، وخرجت أجهزة الراديو التى تحمل سماعات مندمجة فيها بدلا من السماعات الخارجية. وبداية من عام ١٩٢٠، بدأ «كى دى كى إيه» فى بث برامج إذاعية منتظمة، وبينما ساهمت العلوم فى إدخال قدر متزايد من الرهبة على دنيا التجريد، إلا أن الاقتراب والاستيعاب كان يبدو أكثر سهولة مع نظرية النسبية العامة ومبدأ عدم اليقينية

والتكنولوجيا، حيث تمكن الناس من السيطرة على الآلات فى منازلهم، ولكن فى مثل هذا المناخ من الإنتاج المرتفع والتكلفة المنخفضة، لم تتمكن سوى المؤسسات الكبرى من البقاء والاستمرار بمنتجاتها فى الأسواق وانسحبت الشركات الصغيرة أو أخذت تندمج فى أخرى لتكوين كيانات اقتصادية أكبر قدرة على مواجهة المنافسة الشديدة فى عالم الإنتاج الكبير. ولذلك شهدت الفترة ما بين عام ١٩٢٠ وعام ١٩٢٨ اندماج أكثر من خمسة آلاف شركة كان من بينها شركات الأجهزة الكهربية المحلية، كما خرج من الأسواق حوالى ٣٧ ألف شركة خلال الفترة من عام ١٩١٩ إلى عام ١٩٢٧ لعدم قدرتها على المنافسة أو الاندماج. وفى عام ١٩٣٠، كانت هناك ١٠ شركات بالأسهم فقط تزود أمريكا بنحو ٧٢٪ من احتياجاتها من الكهرباء.

١٨ - العالم ليبى (Libby)

يدخـل التاريـخ بالكـربون المشـع

طالما حاول الباحثون تقدير أعمار الآثار والمقتنيات القديمة ولكن تقديراتهم كان يغلب عليها الاجتهادات الشخصية لعدم وجود أساس علمي ثابت يمكنهم الاعتماد عليه، وظل الأمر هكذا حتى عام ١٩٤٠ عندما اكتشف مارتن كامين الكربون المشع – ١٤ (وهو نظير مشع للكربون العادى)، ووجد أن له فترة نصف عمر تقدر بحوالى ٥٧٠٠ سنة. كذلك وجد العلماء أيضاً أن بعض النيتروجين فى الغلاف الجوى يتحول إلى كربون – ١٤ عندما يضرب بالأشعة الكونية. وهكذا يتم الوصول إلى حالة توازن، ويحل الكربون المتكون حديثا محل الكربون – ١٤ الذى يتحلل لكى يكون هناك دائماً كمية ضئيلة منه فى الغلاف الجوى. وفى عام ١٩٤٧، تصور الكيميائى الأمريكى ديلارد ليبى (المولود فى عام ١٩٠٨ والمتوفى فى عام ١٩٨٠) أن النباتات يمكن أن تمتص بعضا من هذا الأثر الكربونى – ١٤ المتبقى فى الغلاف الجوى أثناء

قيام النباتات بعملية التمثيل الضوئى. وبمجرد موت النبات، فلا يمكن بالطبع أن يقوم أى جزء فيه بامتصاص أى كميات أخرى من أى نوع من الكربون. ومن الممكن أن يتحلل الكربون المشع - ١٤ المحتوية عليه النباتات الميتة بمعدله الطبيعى دون أن يستبدل. وبإيجاد تركيز الكربون المشع - ١٤ الموجود فى بقايا النباتات، يمكن للباحث أن يقوم بحساب قيمة الزمن لأن النبات مات، وبهذه الطريقة يستطيع العلماء تحديد عمر أى شىء من مقتنيات الإنسان على أساس النبات مثل الأخشاب والمنسوجات والمخطوطات القديمة التى ترجع إلى حقب زمنية قديمة تمتد إلى ٤٥ ألف سنة إلى الوراء. وقد سمح هذا الاكتشاف للعلماء بوضع التقديرات الصحيحة لأعمار المومياوات الفرعونية، وكذلك للمقتنيات التى تخص عصور ما قبل التاريخ وما قبلها. وقد تلقى العالم ليبى على عمله فى تحقيق هذا الكشف المهم لدور الكربون المشع جائزة نوبل فى عام ١٩٦٠.

١٩ - بياجيى يصف مراحل النمو المعرفى فى الإنسان

كان العالم السويسرى بياجيى الذى ولد عام ١٨٩٦ وتوفى عام ١٩٨٠ يعتبر نفسه باحثاً فى العلوم الطبيعية وليس إخصائياً فى الطب النفسى، وكصبى صغير، فقد توقف فجأة عن اللعب ولجأ للعمل. فأخذ يستكشف محركات الاحتراق الداخلى، ويدرس الحفريات والمحار والطيور، وكثيراً ما كان يردد أنه كان يبغض التزحزح عن الحقيقة، وهو موقف أرجعه إلى ضعف الصحة العقلية لأمه. وبكثير من الغرابة، بدأ بياجيى يركز جل اهتمامه فى العمل مع الأطفال طوال ما بقى له من العمر رغم دراساته الناجحة التى أعدها قبل وبعد تخرجه فى مجال دراسة الرخويات. فقد قدمه أبوه الروحى لعلم الفلسفة الذى وجد فيه ضالته وجذبه لدرجة أنه قرر أن يكرس ما بقى له من العمر فى وضع تفسير بيولوجى للمعرفة. فبعد إنهائه دراسته فى سويسرا، بدأ يعمل فى فرنسا فى مؤسسة تيودور سايمون وألفريد بينيت، حيث شارك فى وضع اختبارات نمطية لقياس قدرات التفكير والتعليل لدى الأطفال الفرنسيين فى المرحلة العمرية بين ٥ إلى ٨ سنوات. وبهرته النتيجة التى

توصل إليها من أن الطفل عند مرحلة عمرية معينة تمكن من حل مسألة أو قضية فكرية معينة، ولكن الأكثر أهمية من ذلك أن جميع الأطفال الأقل عمراً كانوا دائماً يعطون نفس الإجابة الخاطئة تقريباً، ولذلك عكف على دراسة هذه الظاهرة بغرض اكتشاف المزيد. وفى كل المواقع العديدة المرموقة التى تقلدها على مدى الستين عاما التالية فى حياته، استمر فى التحدث إلى الأطفال واللعب معهم وطرح الأسئلة عليهم ومحاولة فهم طريقة تفكيرهم. وشيئًا فشيئًا، تمكن من تجميع برنامج عمل لقياس النمو المعرفى الطبيعى فى الأطفال، وقدم النتائج التى أدهشت الباحثين لبساطتها وعمقها وثباتها أمام اختبارات كثيرة عبر الزمن. فقد وجد على سبيل المثال أنه عندما يعرض لعبة على طفل لم يبلغ الشهر التاسع من عمره، ثم يقوم بعد ذلك بإخفائها بقبعته، فإن الطفل ينسى ما شاهده عن هذه اللعبة. أما بعد بلوغ الطفل الشهر التاسع من العمر، فإن الطفل رغم تغطية اللعبة بالقبعة، يظل واثقًا من وجودها أسفلها. وقد استطاع بياجيى أن يثبت وجود أربعة مراحل رئيسية للنمو الإدراكى (تنقسم إلى أقسام فرعية أصغر منها).

فقبل بلوغ العام الثانى من العمر، يكون الأطفال مدركون للمهارات الحسية الحركية، ولا يربطونها بالأشياء الخارجة عنهم أنفسهم فهم لا يدركون كيف ستبدى الأشياء ردود أفعالها تجاههم. ولذلك فهم دائماً يقومون بالتجريب، فيهزون الأشياء أو يحركونها، ويضعونها فى أفواههم، أو يلقونها بعيداً ليتعلموا بمفهوم التجربة والخطأ (try and error)، وخلال المرحلة العمرية من سنتين إلى سبع سنوات والتى سماها بيجيى المرحلة قبل التشغيلية، حيث يستطيع الأطفال أن يفكروا فى الأشياء بلغة الرموز. فمن الممكن أن يتظاهروا أنهم يتحدثون إلى أحد، ويتفهمون الماضى والمستقبل، إلا أنهم يعجزون عن فهم علاقة السبب بالمسبب والمقارنات الزمنية والأفكار الأخرى المركبة. وخلال المرحلة الزمنية من ٧ إلى ١٢ سنة، يكتسب الأطفال مهارات جديدة كافية للتفكير ويكونون على دراية ووعى كامل بالأحداث التى تقع خارج الوسط أو المحيط الذى يعيشون فيه، ولكنهم من المعتاد فى هذه المرحلة أن يتعاملوا مع أى مشكلة بعدة بدائل بطريقة نظامية. وبداية من الثانية عشر، يستطيع الأفراد أن يفكروا فى العلاقات المجردة (كما فى علم

الجبر على سبيل المثال) ويتفهموا المنهجية، ويصيغون الفروض الجدلية، ويفكرون فى الاحتمالات والتعبيرات التجريدية مثل كلمة العدالة. وقد اعترف العلماء والباحثون بجهود العالم بياجيى واعتبروه أفضل عالم فى مجال سيكولوجيا النمو فى القرن العشرين. وتمكن الباحثون من تنقية وإضافة المزيد إلى أفكار العالم بياجيى، ولكنها مع كل ذلك تظل أساس علم سيكولوجيا الطفل.

٢٠ - المشاهدة بالإليكترونات

منذ أن خلق الله الإنسان على الأرض، يبذل الإنسان كل جهده وطاقته ليتعرف على الجوانب الخفية فى الطبيعة والكون، ولكنه رغم كل جهوده لم يتمكن من مشاهدة أى شىء من تلك الجوانب إلا بعد عام ٩٩٠ بعد الميلاد عندما اكتشف عالم الطبيعة العربى الحسن بن الهيثم أن قطعة زجاج يمكنها تكبير صور الأشياء التى ترى من خلالها. وبعد مرور ثلاثة قرون على هذا الاكتشاف، تم صناعة أول نظارة بها عدسات مصنوعة باليد فى إيطاليا. ومنذ ذلك التاريخ أخذت صناعة العدسات تتطور بصورة كبيرة، خاصة مع تمكن خبير صقل العدسات الهولندى زكارياس جونسون من بناء أول ميكروسكوب بمساعدة شقيقه هانز، بعدد من العدسات المكبرة يتكون من اثنتين من العدسات المجمعة أو مجموعة من العدسات تضم العدسة الشيئية والتى تكون أقرب للشىء الذى تجرى مشاهدته لتكوين صورة مكبرة له، والعدسة العينية التى يتم من خلالها مشاهدة الشىء. وتتم المشاهدة من انعكاس ضوء النهار أو الضوء الصناعى على الشىء المرغوب فى

مشاهدته – الذى يتمثل هذه الأيام فى عينه يتم وضعها على شريحة زجاجية – بواسطة مرآة توضع تحته مباشرة. أما جهاز الميكروسكوب الحديث بصورته المعقدة، فيرجع الفضل فى اختراعه لعالم الطبيعة الألمانى إيرنست أب الذى يعد أحد عباقرة القرن العشرين والذى أسس مصانع زايس الشهيرة بمدينة جينا. ولإنتاج صورة مكبرة للشيء، يقوم الميكروسكوب بثنى أشعة الضوء ، إلا أن لهذه الوسيلة حدوداً طبيعية، ولهذا السبب لا تستطيع أقوى الميكروسكوبات البصرية فى العالم أن تكبر الأشياء أكثر من ٢٠٠٠ مرة تقريباً. وفى عام ١٩٢٤، اقترح الفيزيائى الفرنسى لويس دى بروجلى أن الإليكترونات تتحرك فى موجات مثل الضوء. وبعد ذلك بعامين اكتشف الدكتور هانز بوش أستاذ الطبيعة بجامعة جينا أنه عندما تمر حزمة من الإليكترونات خلال ملف السلك – الذى يعمل كمغناطيس – فإن الشعاع يمكن أن يكون مركزاً تماماً كما يمكن لشعاع الضوء أن يتركز بواسطة عدسة. وقد مهدت هذه الاكتشافات الطريق لاختراع الميكروسكوب الذى يمكنه استخدام الإليكترونات بدلا من الضوء.

وفى عام ١٩٣٢، شارك طالب الدراسات العليا الألمانى إيرنست روسكا البالغ من العمر ٢٤ عاما أستاذه الدكتور ماكس نول فى بناء أول ميكروسكوب إليكترونى. وبالطبع كان أول جهاز لا يزال بدائى نسبياً، حيث لم يزد كل ما استطاعا مشاهدته به عن بعض لمحات سريعة الاختفاء لما يشبه الميكروبات. ثم أصبحت الصورة غير واضحة أو ضبابية واضطر الباحثان للعمل بضع ساعات فى ضبط مفاتيح الجهاز قبل وضع الشىء المراد تكبيره فى البؤرة مرة أخرى، ولكنهما أقرا مبدءاً ثورياً للمشاهدة بالإليكترونات بدلاً من الضوء بوعد بتحقيق تكبير أقوى كثيراً مما يستطيع الميكروسكوب التقليدى تقديمه. وبعد مرور بضع سنوات تمكن رائد التليفزيون الأمريكى زووريكين من بناء وتقديم ميكروسكوبه الإليكترونى الذى أمكنه أن يحقق به تكبيرا بلغ ٥ أضعاف حجم التكبير الذى تقدمه أقوى الميكروسكوبات البصرية. وقد بنيت فكرة الميكروسكوب الإليكترونى على حقيقة أن الإليكترونات تتميز بطول موجى أكثر كثيراً من أشعة الضوء. (تبلغ سرعتها ٦٢٠٠٠ ميل فى الثانية، وهى سرعة تبلغ ثلث سرعة الضوء).

ويعنى ذلك أنها يمكن أن تجعل أشياء أصغر كثيراً مرئية أمام العين، ولذلك فقد ساعدت هذه الأجهزة - منذ أن أصبحت تتكون من قطع نمطية فى المعامل ومعاهد الأبحاث - على كشف عالم جديد صغير كامل من أشياء دقيقة حية وميتة. وتتكون العدسات فى الميكروسكوب الإليكترونى من ملفات من السلك تستخدم فى توليد المجالات الإليكتروستاتيكية والمغناطيسية التى تقوم بعمل العدسات الشيئية والعينية تماماً. وتنبعث الإليكترونات بواسطة فتيل من السلك يتم تسخينه فى حيز من الفراغ حيث لا تستطيع الإليكترونات أن تتحرك إلا فى فراغ، ويكون الهواء بالنسبة للإليكترونات معتما كالحبر الأسود بالنسبة لأشعة الضوء. ولذلك لا يستطيع أى منهما أن يخترق الألواح والشرائح الزجاجية أو يمر خلالها. ولذلك يجب أن يظل المسار الكلى للحزمة الإليكترونية داخل الميكروسكوب خالياً من الهواء والزجاج. ويتم توجيه الشعاع الإليكترونى نحو هدف معين أو شىء مثل الميكروبات موضوع على شريحة صلبة شفافة من السليولوز. ويتم إيقاف الإليكترونات التى تضرب الأجزاء الصلبة للميكروبات، فى حين تمضى باقى

الإليكترونات لتمر خلالها حتى تصل إلى شاشة فلوريسنتية، حيث تصبح مرئية مثل الصورة التليفزيونية تماماً. ومن الممكن تسجيل تلك الصورة على لوح أو صورة فوتوغرافية. وتستطيع الميكروسكوبات الإليكترونية اليوم أن تحقق تكبيراً مفيداً يصل إلى مليون ونصف مرة قدر الحجم الأصلى، ويعنى ذلك أن التفاصيل الممكن التعرف عليها تكون من الصغر بحيث لا تتجاوز أقطارها من خمس إلى عشر أضعاف قطر الذرة فقط، ولذلك توقع العلماء أن يأتى اليوم الذى يستطيع فيه العلماء والباحثون أن يشاهدوا بوضوح مثل هذا الجزىء المحير المتناهى الصغر المسمى بالذرة ويقوموا بتصويره، أما نواة الذرة فلا يتوقع مشاهدتها بالطبع لأنها أصغر حجماً كثيراً من الذرة. ومع كل ذلك، فلم يكن العلماء فى أغلب الأحيان قادرين على تمييز الأشياء الدقيقة التى تمكنوا من مشاهدتها بمساعدة الميكروسكوب الإليكترونى. فما زالوا يتحسسون طريقهم خلال هذا العالم الجديد الغريب الذى فتحه لهم هذا الجهاز الجديد. ويعتمد العمل فى جانب كبير منه على التحضير الجيد للعينة لأن الإليكترونات يجب أن تمر خلال جزء منها كما تفعل

أشعة الضوء فى الميكروسكوب البصرى. ولذلك يجب أن تكون العينة المراد فحصها رفيعة جداً، لأنها كلما زاد سمكها كلما كانت جودة الصورة المكبرة أقل. ويحقق توافر سمك يقدر بنحو جزئين من المليون من البوصة أفضل نتيجة ممكنة، كذلك ينبغى مراعاة أن تكون العينات المزمع فحصها ميكروسكوبيا مقاومة للحرارة ومستقرة ميكانيكيا وكهربيا لتتمكن من مواجهة انقضاض الإليكترونات عليها دون أن يحدث تدهور فورى لمواصفاتها. ومن المعروف أن للميكروسكوب الإليكترونى استخدامات عديدة متنوعة، ففى مجال الصناعة، يستخدم بكثافة فى علم المعادن، وهنا غالباً ما تتطلب تقنية تحضير العينة عمل رقائق معدنية رفيعة جداً بالثقل الإليكتروليتى. وفى مجال البحوث البيولوجية، تتخذ العينات عادة شكل شرائح متناهية الصغر من المادة العضوية التى تكون رفيعة جداً إلى درجة أن كل قوة الميكروسكوب الإليكترونى تكون نافذة المفعول.

وعلى الرغم من أن الميكروسكوب الإليكترونى الذى يعمل بالأشعة فوق البنفسجية الأقل قوة قد وجد كأداة بحثية فى

كثير من المعامل، فإنه يستخدم الموجات القصيرة التى يتراوح طولها بين طيف الضوء المرئى وأشعة إكس، ويتم تكبير الصورة إليكترونيا حيث تظهر مباشرة على النهاية العريضة لأنبوب الأشعة الكاثودية (المهبطية). وبمعنى آخر، على شاشة تلفاز. ثم جاءت عملية تقوية الصورة والتى تمت بواسطة فريق بحثى بالكلية الملكية بلندن، إذ تقوم هذه الآلة الشبيهة بالتليسكوب التى يتم لصقها خلال ١٢ أو ٢٤ ملف من السلك بتكبير وتسجيل الصور الباهتة اللون بطريقة فوتوغرافية، حيث تقوم بتحويل الصور التى تتكون من جسيمات من الضوء إلى إليكترونات.

٢١ - اختراع كاروثرز للنايلون في عام ١٩٣٥

مع الزيادة المطردة فى أعداد السكان فى العالم، لم يعد إنتاج الأقمشة الطبيعية كالقطن والصوف والكتان وغيرها كافيا للوفاء باحتياجات الناس، مما أدى إلى ارتفاع أثمانها نسبياً، ولذلك كانت هناك حاجة ملحة لإنتاج أنواع جديدة من الأقمشة أرخص ثمنا لسد الفجوة القائمة فى الطلب على الأقمشة. وفى بداية الثلاثينات، كانت جهود مختلف الباحثين والشركات المصنعة للأقمشة تتجه نحو تصنيع أقمشة صناعية بديلة، وحدث فى غضون تلك الفترة أن عين الباحث والاس هيوم كاروثرز مديراً لمركز أبحاث مؤسسة ديبون وهو فى الثانية والثلاثين من عمره. وكان كاروثرز قد درس الكيمياء العضوية وقام بتدريسها قبل ذلك، وتخصص فى دراسة البوليمرات، وهى الجزيئات التى تتركب من سلسلة طويلة من الوحدات المتكررة من الذرات. وعندما بدأ كاروثرز عمله، لم يكن أحد يعرف عن البوليمرات سوى القليل. وقام بدور كبير فى زيادة فهم تركيبها وطبيعة عملية تكوين هذه السلاسل الطويلة من الجزيئات المكونة للبوليمرز.

ولما كان الهدف الأساسى لمؤسسة ديبون هو البحوث الأساسية فى التطبيقات الصناعية المحتملة، قام فريق الباحث كاروثرز فى أول الأمر بتجربة العائلة الكيميائية للأسيتيلين. وقام بنشر عدة أوراق بحثية وحصل على عدة براءات اختراع. وفى عام ١٩٣١، بدأت ديبون فى تصنيع نوع من المطاط الصناعى يسمى «نيوبرين» كان يستخدم فى تصنيع بدلات الغوص التى ابتكرتها معامل كاروثرز. واستمرت الأبحاث بغرض إنتاج ألياف صناعية. وفى عام ١٩٣٤، حقق كاروثرز تطوراً واعداً. فقد استطاع أن يجمع بين حمض هيكساميثيلين دايامين وحمض أديبيك، وكانت النتيجة تخليق نوع من الألياف الصناعية، ولكنها كانت ضعيفة، حيث تكونت بواسطة عملية بلمرة تعرف برد الفعل التكثيفى الذى تتحد فيه الجزيئات المفردة معا بالماء كمنتج جانبى. وجاء أكبر إنجاز أو اختراق علمى للباحث كاروثرز عندما أدرك أن الماء الناتج عن التفاعل كان يعود مرة أخرى للمخلوط ويستمر فى طريقه لتكوين مزيد من البوليمرات. وتمكن كاروثرز من ضبط أجهزته بطريقة تجعل الماء يقطر ويزال من الشبكة أو النظام،

كما نجح في إطالة الألياف المنتجة التى كانت طويلة بالفعل وجعلها قوية وشديدة المرونة. وأطلق الكيميائيون على الألياف المنتجة اسم «نايلون ٦٦»، لأن كل من حمض هيكساميثيلين دايامين وحمض أديبيك المستخدمان يحتويان على ٦ ذرات من الكربون بكل جزىء. ويتكون كل جزىء من ١٠٠ أو أكثر من الوحدات المتكررة من ذرات الكربون والأكسوجين والهيدروجين تدخل معاً فى سلسلة. ولذلك قد يحتوى خيط النايلون على مليون جزىء أو أكثر، ويتحمل كل منها بعض الشد أو التوتر عندما يشد الخيط. وكان ذلك تماماً هو ما كانت تطمح إليه ديبون، حيث حصلت المؤسسة على براءة اختراع بأقمشة النايلون فى عام ١٩٣٥. وبعد ذلك بأربعة سنوات، انتشرت أقمشة النايلون وبدأت تغزو أسواق العالم بشكل فجائى ليستخدم بديلاً عن الحرير فى الملابس المحبوكة كالجوارب وبعض الملبوسات الأخرى. ومنذ ذلك الحين أصبحت كلمة نايلون تتردد كثيراً على ألسنة الناس فى حياتهم اليومية. وبات من الطبيعى والمألوف أن نسمع عن جوارب النايلون، إلا أن كاروثرز لم يكتب له أن يرى فى حياته

الاستخدام الواسع للنايلون ومنتجاته التى لم يقتصر على الجوارب والأقمشة ولكن تعداها إلى مختلف مجالات حياتنا كما فى فرش الأسنان وخيوط الصيد وملابس النساء الداخلية وبعض الاستخدامات الخاصة مثل الخيوط الجراحية والبراشوتات أو الغليونات وأنابيب المياه، حيث مات والاس كاروثرز فجأة فى أبريل عام ١٩٣٧ تاركاً للبشرية رصيداً هائلاً من المنتجات التى جاءت بفضل اختراعه للنايلون. لذلك استحق أن يكون اختراع كاروثرز من أهم الاختراعات والاكتشافات العلمية فى القرن العشرين.

٢٢ - تفجير أول قنبلة ذرية في العالم في عام ١٩٤٥

من المعروف أن للتقدم العلمى وجهان. فمن الممكن أن يتقدم العلم في اتجاه معين ويستخدم إيجابياً ويكون نافعاً لكافة البشر في كل مكان من العالم، أما إذا تقدم العلم في اتجاه معين واستخدم في أغراض مدمرة، فإنه لا يكون في صالح البشرية وإنما يكون أحد أسباب خراب العالم. وتمثل الطاقة الذرية والهندسية الوراثية وتقنيات الخلايا الجزعية والاستنساخ نماذج واضحة لما نريد أن نوضحه ، فإذا استخدمت الخلايا الجزعية في العلاج الجينى وتشييد أعضاء بديلة للأعضاء المريضة كانت خيراً للبشرية، وإذا استخدم الاستنساخ في الإكثار الحيوانى والنباتى كان خيراً وبركة لصالح البشرية، أما إذا استخدم في استنساخ البشر كان خطراً ووبالاً على الإنسان. وبالمثل يمكن أن تستخدم المواد النووية في علاج الإنسان من بعض الأمراض الخطيرة كالسرطان ومن الممكن أن تستخدم الطاقة النووية في إنتاج الطاقة الكهربائية الرخيصة، أما إذا استخدمت في إنتاج القنابل الذرية والهيدروجينية فإنها تكون وبالا وخطراً مدمراً للبشرية. وهذا ما حدث فعلاً. ففى عام

١٩٣٢، اكتشف جيمس شادويك النيوترون، وهو جزىء صغير من مكونات الذرة له كتلة ولكنه عديم الشحنة. وتحول هذا الاكتشاف إلى أداة بالغة الأهمية لضرب نواة الذرة، فبعد مرور عامين على هذا الاكتشاف، قام عالم الطبيعة انريكو فيرمى بضرب ذرة اليورانيوم بالنيوترونات أملاً فى أن يجعل ذلك ذرة اليورانيوم تخرج جسيم ألفا ويصبح اليورانيوم بعد خروج جسيم ألفا منه عنصراً صناعياً جديداً يأتى بعد اليورانيوم فى الجدول الدورى، ويبدو أنه قد فعل ذلك، وأوضحت التجربة التى قام بإجرائها أن النيوترونات بطيئة الحركة كانت أكثر فاعلية بالنسبة لمهمته. وفاز فيرمى بجائزة نوبل فى الطبيعة فى عام ١٩٣٨ عن هذه التجربة. وكان فيرمى مناهضاً للحكم الفاشيستى السائد فى إيطاليا فى ذلك الوقت، ولذلك عندما جعل زوجته تلحق به لحضور حفل الاحتفال باستلام جائزة نوبل، كان ذلك بداية لمرحلة جديدة فى حياته، حيث لم يعد إلى إيطاليا ثانياً، فهاجر واستقر فى الولايات المتحدة، وفرضت النتائج التى توصل إليها فيرمى عدة نتائج محيرة أمام علماء الطبيعة، مما جعل الألمان أوتو هان، وفريتز ستراسمان، والباحثة

ليزميتز يتبنوا دراستها ومتابعتها فى ألمانيا. وبدءوا بالشك فى أن فيرمى لم يشيد عنصراً جديدا على الإطلاق، ولكنه ربما يكون قد تمكن فعلاً من شطر ذرة اليورانيوم إلى شطرين. وتعد هذه النقطة مجرد حدث قابل للتخيل. وكانوا قد تمكنوا من إثبات ذلك من قبل. وكانت الباحثة النمساوية ذات الأصل اليهودى ليز ميتز قد اضطرت عند اكتساح ألمانيا للنمسا فى عام ١٩٣٨ أن تفر إلى السويد، واستطاعت بمساعدة نيلز بوهر أن تحصل على وظيفة فى ستوكهولم، وهناك استطاعت ميتز وابن عمها الباحث أوتو فريسك أن يثبتا أن ذرة اليورانيوم فى أبحاث فيرمى قد تم شطرها، ونشر هان النتائج فى يناير عام ١٩٣٩، ونشرا ميتز وفريسك التفسير الخاص بهذه النتائج فى شهر فبراير من نفس العام، حيث قدما للعالم مصطلح الانشطار النووى. فقد تمكنا باستخدام نموذج النواة الذى أعده بوهر من نقطة سائل أن يفترضا أنه عند انشطار الذرة فإن كلا شطريها يكون له شحنة موجبة ولذلك يتنافرا معا بقوة هائلة. ودونت الحكومة الألمانية ملحوظة صغيرة بهذه النتيجة فى بادئ الأمر، بينما شعر آخرون بأن المعانى الضمنية كانت واضحة على الفور،

وحمل نيلز بوهر أنباء اكتشاف الباحثة ميتز إلى الولايات المتحدة فى عام ١٩٣٩. ولإدراك عدد كبير من العلماء الأمريكيين أن الانشطار النووى يمكن استخدامه فى بناء سلاح مدمر، قاموا بإرسال برقية للرئيس الأمريكى روزفلت لإخباره بذلك. وعلى الفور أصدر الرئيس روزفلت أوامره بتشكيل لجنة لبحث الأمر. وبعد عودته إلى ألمانيا رفض العالم الألمانى أوتو هان إجراء أى أبحاث على الأسلحة الذرية. واستمر فى عمله على المواد الكيماوية التى استخدمت كأسلحة فى الحرب العالمية الأولى، وأكد له مستشاروه أنها يمكن أن تضع نهاية سريعة للحرب، ولكن الرعب أصابه عندما شاهد الجنود الروس الذين تعرضوا للغازات.

وفى نهاية عام ١٩٤١، تمكن العلماء البريطانيين من تحديد المواد المطلوبة لصناعة قنبلة ذرية، وكانت أبحاث اليورانيوم تجرى على قدم وساق فى نحو ١٢ جامعة أمريكية. وفى عام ١٩٤٢، تمكن فريق العالم فيرمى بجامعة شيكاغو من إجراء تفاعل متسلل محدود للانشطار النووى لأول مرة فى العالم. كذلك شهد عام ١٩٤٢ إنشاء مقاطعة مانهاتن كمقر

لسلاح المهندسين لإنشاء ثلاث مدن سرية للأعمال الكبرى المتعلقة بتطوير إنتاج قنبلة ذرية. وعلى صعيد آخر، تم إنشاء أول مفاعل نووى ومعامل لفصل اليورانيوم ٢٣٥ من اليورانيوم الطبيعى على مرتفعات أشجار البلوط بولاية تينيسى. كما تم بناء ثلاثة مفاعلات بمدينة هانفورد بواشنطن لاستخراج البلوتونيوم (وهو عنصر آخر مهم بالنسبة للذرات التى يمكن أن تشطر) من أحد الأنواع غير القابلة للانشطار من اليورانيوم. وأخيراً تم بناء معمل لوضع تصميم وتركيب القنبلة الذرية بمدينة لوس أنجلوس بولاية نيو ميكسيكو. وبلغت تكلفة منشآت مشروع مانهاتن ٢ بليون دولار. وعين روبرت أوبنهايمر مديراً لمعمل لوس أنجلوس، وفى عام ١٩٤٣، تمكن أوبنهايمر من جمع نحو ٢٠٠ من أعظم العلماء فى هذا المجال ليعيشوا ويعملوا هناك. ونجحوا فى تصميم قنبلتين، إحداهما باستخدام اليورانيوم وأسموها «الولد الصغير»، والأخرى باستخدام البلوتونيوم، وأسموها «الرجل السمين». وخلال الشهور الأولى من عام ١٩٤٥، أنتجت المعامل والمنشآت المقامة على مرتفعات أشجار البلوط ومنطقة هانفولد المواد الأولية الكافية لإجراء الاختبارات. وفى يوم ١٣ يوليو

١٩٤٥، وفى موقع يسمى ترينيتى على مسافة ٢٠٠ كم من مدينة ألوموجوردو تم تجميع أول قنبلة بلوتونيوم من نوع «الرجل السمين» وحملت إلى قمة أحد الأبراج العالية، إلا أن اختبار القنبلة تأجل تحت تأثير العواصف الرعدية. وفى يوم ١٦ يوليو، تم تفجير هذه القنبلة التى أنتجت كمية هائلة من الضوء شاهده المراقبون بوضوح من على مسافة عشرة كيلو مترات، كما تكونت كرة من اللهب امتدت لمسافة ٦٠٠ متر خلال فترة زمنية لم تتجاوز ثانيتين فقط، وصعدت إلى ارتفاع تجاوز ١٢ كيلو مترا، وبدى هناك غليان كبير فى الجو على شكل نبات عيش الغراب. وبعد مرور ٤٠ ثانية على بداية الانفجار، ووصل الهواء الساخن المندفع نتيجة لانفجار القنبلة إلى المراقبين فى نقاط المراقبة الواقعة على مسافة عشر كيلو مترات مصحوبا بدوى هائل يمكن أن يصم الآذان استمر لفترة طويلة. وبلغت شدة الانفجار ما يعادل انفجار كمية من بارود تى إن تى تقدر بنحو ٦ و ١٨ كيلوطن، وتجاوز ذلك أربعة أضعاف ما كان مقدراً لهذا التفجير. ونتيجة لكل ذلك تداول بعض علماء جامعة لوس ألاموس التماساً للرئيس ترومان بضرورة إعطاء اليابان إنذاراً وفرصة للتسليم قبل استخدام

القنبلة، إلا أن المشروع ظل فى طى الكتمان حتى لحظة التنفيذ بعد ٢١ يوم من إجراء ذلك الاختبار، حيث انطلقت إحدى الطائرات القاذفة للقنابل من نوع بى - ٢٩ لإلقاء «الولد الصغير» أول قنبلة يورانيوم على مدينة هيروشيما باليابان، ثم قاموا بعد ذلك بثلاثة أيام بإلقاء «الرجل السمين» أول قنبلة بلوتونيوم على مدينة ناجازاكى. وأدى إلقاء هاتين القنبلتين إلى قتل حوالى ١٥٠ ألف يابانى. وفى وقت مبكر من ذلك العام عمدت أمريكا إلى إلقاء عدد كبير من القنابل التقليدية التى أدت لقتل نحو ١٠٠ ألف يابانى دون أن تفكر اليابان فى الاستسلام، ولكن بعد هاتين القنبلتين وفى يوم ١٥ أغسطس عام ١٩٤٥ أعلنت اليابان استسلامها رسميا واضعة بذلك نهاية للحرب العالمية الثانية.

وبعد انتهاء الحرب العالمية الثانية، استمرت أبحاث تطوير القنابل الهيدروجينية والأسلحة النووية الأخرى فى الولايات المتحدة وحليفها السابق «الاتحاد السوفيتى» . وأدى التنافس بين الأمتين المختلفتين أيديولوجيا إلى سباق تسلح وضع ملامح العقود التالية للحرب سواء من الناحيتين الاقتصادية أو

الفلسفية. وسخر الانشطار النووى للاستخدامات المدنية أيضاً إلى جانب الاستخدامات العسكرية، وتم استخدامه فى تشغيل مشروعات توليد وإنتاج الطاقة فى عدة دول فى أنحاء العالم. حيث كانت الكهرباء الناتجة عن المفاعلات النووية أرخص كثيراً من الكهرباء المنتجة بمصادر الطاقة التقليدية، كما استخدم الانشطار النووى أيضاً كمصدر للنظائر المشعة اللازمة لأنواع أخرى من البحوث، إلا أن أبحاث الطاقة النووية واستخداماتها المدنية جاءت ومعها تصيبها من المشاكل والمخاطر. فلا تزال المفاعلات يجرى استخدامها، ولكنها أخفقت فى أماكن عديدة من العالم كمصدر للطاقة، وتسببت فى كوارث تعدت حدود الأقطار المستخدمة للمفاعلات، لأن التسرب الإشعاعى فى الهواء ليس له حدود. وليست حادثة جزيرة الأميال الثلاثة وحادثة مفاعل تشيرنوبل ببعيدة عن أذهاننا. ولما كنا نتناول فى هذا الكتاب نتائج أهم الأبحاث والمخترعات التى أثرت فى البشرية فى القرن العشرين، سواء كان هذا التأثير إيجابياً أم سلبياً، فلابد أن يدعونا ذلك لوضع أبحاث الطاقة النووية وإنتاج وتفجير أول قنبلة ذرية بين أهم المخترعات العلمية التى أثرت فى الإنسان فى أنحاء العالم.

٢٣ - الاكتشاف الذى أحدث ثورة فى علم الجيولوجيا

بعد انتهاء الحرب العالمية الأولى، كانت ألمانيا تعانى من الاقتصاد المدمر وعبء الدين الكبير الذى فرض عليها لترميم كل ما دمر أثناء الحرب، وكان عالم الكيمياء الألمانى فريتز هابر قد قرأ تقارير لأحد التحليلات العلمية يوضح إمكانية استخلاص ٦٥ ملجم من الذهب من كل طن مترى من ماء البحر. وفكر هابر فى أن تطبيق هذه الفرضية باستخلاص الذهب من المياه الدولية إن صحت يمكن أن تكون وسيلة لتخفيف أعباء الدين وإقالة الاقتصاد الألمانى من عثرته. وبدت هذه كفكرة جيدة، وروج لها على الرغم من تأكيد بعض التحليلات الأحدث على أن تركيزات الذهب كانت أقل كثيراً مما ذكر من قبل. وفى عام ١٩٢٩، أعدت الحكومة الألمانية قاربا مزوداً بكافة الأجهزة والمعدات وانطلق صوب المياه الدولية فى المحيط الأطلسى لمدة عامين لدراسة الأمر الواقع من الناحيتين المنهجية والعلمية، وكذلك لإظهار العلم الألمانى لأن معاهدة فرساليس كانت قد فرضت حظرا على القوارب التابعة للبحرية الألمانية من الدخول فى مياه أى موانئ أجنبية. وكانت

هذه الرحلة بمثابة أول حملة علمية يتم فيها استخدام مسبار لإطلاق واستقبال صدى الصوت عن بعد بغرض إعداد خريطة طوبوغرافية لقاع المحيط، كما كانت أول رحلة تكشف مدى وعورة تضاريس قاع المحيط . ومن أهم ما كشفته هذه الحملة وجود سلسلة مستمرة أشبه ما تكون بالجبال تمتد من المحيط الأطلنطى إلى جنوب غرب أفريقيا، إلا أن هذا الاكتشاف لم يتحقق فى ذلك الوقت الذى كانت فيه هذه النتيجة تدعم نظرية ألفريد ويجينر عن الجرف القارى.

ذلك الجرف الذى تم اكتشافه فيما بعد وأظهرت الأبحاث أنه يمتد خلال مياه المحيطات الكبرى فى العالم، وأصبح يسمى الآن بسلسلة جبال وسط المحيط. وفى عام ١٩٥٣، اكتشف عالما الطبيعة الأمريكيان موريس أيوينج، وبروس هيزين أن هناك أخدوداً عظيماً يمر عميقا خلال هذه السلسلة الجبلية الموجودة فى قاع المحيط. ويمر هذا الأخدود المسمى بالجرف العالمى العظيم على مقربة من أراضى بعض الدول. وقد بدى أن هذا الجرف هو عبارة عن كسور فى قشرة الأرض، ولكنها كسور مركبة معا بدقة بحيث تشبه - على

حد قول العلماء - المفاصل التى يصنعها النجار. ويحدد الجرف ملامح الكتل الكبيرة المكونة لقشرة الأرض والتى سميت بالصفائح التكتونية، وكلمة تكتونية مشتقة من كلمة يونانية تعنى النجار. وتحدث معظم البراكين والهزات الأرضية الكبيرة فى العالم عند حواف هذه الصفائح التكتونية. وتحتوى الصفيحة الكبرى على معظم الحافة الباسيفيكية المسئولة عن ٨٠٪ من طاقة الزلازل فى كوكب الأرض. ولذلك فقد كانت نتائج العالمان ايوينج وهيزين بمثابة انفجار فى البيانات بفضل التكنولوجيا الجديدة المتقدمة التى أحدثت ثورة فى علم الجيولوجيا. وألهمت هذه النتائج الأمريكى هارى هيس للعودة إلى ملفات قياسات الأعماق التى قام بإجرائها أثناء الحرب على أحد الغواصات الأمريكية. وساهمت البيانات التى دونها بجانب نتائج عمل الباحثين فريدريك فاين ودروموند ماثيوس فى وضع نظرية تباعد قيعان المحيطات.

٢٤ - تكوين الأحماض الأمينية معمليا

في عام ١٩٢٩ طرح عالم الكيمياء الحيوية البريطاني جون هالدين نظريته التي تقول بأن الطقس المبكر للأرض لم يحتوي على أكسوجين حر. وكان كل من هالدين وعالم الكيمياء الحيوية السوفيتي أليكساندر أوبارين قد اقترحا أن كل المكونات اللازمة للحياة قد وجدت على الأرض منذ بداية نشأة الكون وأن الطاقة الواردة من الشمس وبعض العمليات الأخرى غير المعلومة قد ساهمت في جعل الحياة تبدأ على الأرض. وفي عام ١٩٥٢ ، نشر باحث الكيمياء الأمريكي هارولد يوري بحثًا مكملاً لنظرية هالدين، يقترح أن الأرض قد تكونت من سحابة نجمية ترابية باردة. وكان جوها حينئذ يشابه تقريباً جو باقي الكون، أي أنه كان يغلب على تكوينه عنصر الهيدروجين مع بعض الرواسب للعناصر الأخرى. وتصور الباحث الروسي يوري إمكانية أن تكون هذه المقادير الضئيلة المتبقيةمن الأكسوجين والنيتروجين والكربون مرتبطة بالهيدروجين وأن توجد على هيئة ماء وأمونيا وميثان. ومع وجود قدر كبير من الهيدروجين حوله، لم يتمكن الأكسوجين الحر من التواجد.

وكان دائماً يأتي مرتبطاً بالهيدروجين ليكون الماء. ولكن بمرور الوقت، هربت الكثير من ذرات الهيدروجين خفيفة الوزن إلى الفضاء الخارجي حتى تغير التوازن. وبدون وجود فائض في ذرات الهيدروجين، يمكن للأكسوجين الحر أن يتواجد ثم يتراكم تدريجيا في الغلاف الجوى للأرض.

وعلى صعيد آخر، كان ستانلى ميللر المولود فى عام ١٩٣٠ يعد رسالة الدكتوراة تحت إشراف الباحث الدكتور يورى بجامعة شيكاغو ببحث حول البيئات المحتملة للمراحل المبكرة من نشأة كوكب الأرض. وفى عام ١٩٥٣، حاول الجمع بين فكرة الباحث يورى والباحث أوبارين من خلال تجربة قصيرة بسيطة، حيث أعاد إنتاج حالة الطقس التى سادت الأرض فى بداية نشأتها طبقاً لما اقترحه يورى، فقام ببناء غرفة مملوءة بالهيدروجين، والماء، والميثان، والأمونيا للتعجيل بإنتاج حالة الطقس التى سادت العصر الجيولوجى. وفى تجربة، قام بغلى الماء، وبدلا من تعريض الخليط للضوء فوق البنفسجى، استخدم شحنة كهربية فيما يشبه البرق. وبعد مضى أسبوع واحد فقط على هذه التجربة، حصل ميللر على مركبات استقرت فى نظامه. وعندما قام بتحليل تلك المركبات

كانت النتيجة مثل الصدمة الكهربية: فقد تكونت مركبات عضوية كانت فى معظمها تمثل «اللبنات الأساسية للحياة» الأحماض الأمينية. فتعد الأحماض الأمينية ضرورية لتكوين البروتينات التى تدخل فى تركيب الخلايا وتلعب أدواراً مهمة فى التفاعلات الكيميائية الحيوية التى تتطلبها الحياة. ووجد ميللر أحماض جلايسين وألانين بجانب حمضى اسبارتك وجلوتاميك وبعض الأحماض الأخرى. كذلك وجد أن ١٥٪ من الكربون الموجود بالميثان قد حدث له اندماج فى مركبات عضوية. وبقدر الدهشة التى أحس بها عند اكتشاف الأحماض الأمينية، كانت دهشته عند اكتشاف السهولة التى تتكون بها. وفى نفس تلك السنة، تم إيضاح تركيب الحمض النووى وكشف الدور البالغ الحيوية لنفس المركبات العضوية الأساسية. كما كشف الطريقة التى يمكن أن تستنسخ بها بعض المركبات للحفاظ على استمرارية الحياة. وظهر أن الأزواج الأساسية التى تنقل الشفرة الوراثية خلال الحمض النووى تصنع من مركبات بسيطة أساسها النيتروجين. وقد تمكنت بحوث الليزر باستخدام طرق مثل طريقة ميللر من تشييد العديد من مكونات الحمض النووى من غازات يعتقد أنها كانت

موجودة فى الغلاف الجوى الذيس ساد الأرض فى بداية نشأة الكون. وفى عام ١٩٦٠، تمكنت جوان أورو من تشييد الحمض الأمينى أدينين، وهو أحد الأحماض الأمينية الأربعة الأساسية المكونة للحمض النووى، ومكون أساسى لمادة «أدينوزين تراى فوسفيت» وحامل للطاقة اللازمة لتنفس الخلية. وأوضح عمل الباحث ميللر أن مكونات ضرورية للحياة يمكن أن تتكون فى بيئة بدون الأكسجين الحر. مما يؤكد نظرية هالدين التى تقول بأن الحالة البدائية الأولى للأرض كان بها مثل هذا النوع من الغلاف الجوى المصغر.. لذلك قد يكون تشييد الأحماض الأمينية من المواد الأولية التى تكونت منها الأرض أول خطوة لنشأة الإنسان. كذلك يفتح هذا الكشف العلمى الاحتمال فى أن تكون ذرات مشابهة وأحماض أمينية قد تكونت فى أماكن أخرى بالكون، أو أن يكون هناك كواكب أخرى قد تكونت مثل كوكب الأرض، وذلك لأن الغلاف الجوى المقترح قد بنى على نسب العناصر الموجودة بالكون.

٢٥ - واطسون وكريك يصفان تركيب الحامض النووى

فى نهاية القرن العشرين، وجد عالم كيمياء حيوية ألمانى أن الأحماض النووية وبوليمرات السلسلة الطويلة من النيوكليدات المكونة للأحماض النووية تتألف من السكر وحمض الفوسفوريك وعدد من القواعد المحتوية على النيتروجين. ثم كشفت نتائج الأبحاث فى المراحل التالية أن السكر الموجود فى الحامض النووى إما أن يكون ريبوزى أى سكر خماسى (ر ن ا) أو ريبوزى مختزل الأكسوجين (د ن ا). وفى عام ١٩٤٣، أثبت الباحث الأمريكى أوزوالد أفرى أن الحمض النووى (د ن ا) يحمل المعلومات الوراثية، واقترح أنه ربما يكون فى حقيقة الأمر الجين. واعتقد معظم الناس فى ذلك الوقت أن تكوين الجين قد يكون بروتينا، وليس حامضا نوويا. ولكن مع نهاية الأربعينيات تم على نطاق واسع قبول فكرة أن الحامض النووى هو جزىء وراثى. ومع ذلك فقد ظل العلماء فى حاجة لتحديد تركيب هذا الجزىء ليتأكدوا من طريقة عمله ويتفهموها جيداً. وفى عام ١٩٤٨، اكتشف الباحث الأمريكى لينوس بولينج أن هناك بروتينات عديدة تأخذ

شكل منحنى ألفا اللولبى، وهو منحنى يشابه الملف الحلزونى. وفى عام ١٩٥٠، وجد الباحث الأمريكى إيروين شارجاف أن ترتيب القواعد النيتروجينية فى الحامض النووى الريبوزى مختزل الأكسوجين يختلف اختلافاً بيناً، مع استمرار حدوث كمية قواعد معينة بمعدل واحد إلى واحد. وقد كانت هذه الاكتشافات أساساً جيداً لوصف الحامض النووى الريبوزى المختزل الذى تم فى مرحلة تالية.

وفى بداية الخمسينيات، كان السباق لا يزال مستمراً نحو اكتشاف الحامض النووى. وجذب هذا الموضوع الباحثان الصغيران فرنسيس كريك وجيمس واطسون المتخرجان من جامعة كامبريدج، وفى نفس الوقت كان موريس ويلكينز وروزالين فرانكلين من خريجى الكلية الملكية بلندن يقومان بدراسة الحامض النووى الريبوزى المختزل، وتركزت جهود فريق جامعة كامبريدج حول إعداد نماذج طبيعية لتضييق الاحتمالات وإيجاد صورة دقيقة للجزىء، فى حين اتخذ فريق الكلية الملكية منهجاً تجريبياً، ساعيا بشكل خاص للحصول على صور للحامض النووى الريبوزى المختزل باستخدام أشعة

إكس. وفى عام ١٩٥١، حضر واطسون محاضرة للباحثة فرانكلين عن آخر ما توصلت إليه فى عملها حتى ذلك التاريخ. وأوضحت أنها قد اكتشفت أن الحامض النووى الريبوزى المختزل يمكن أن يتواجد فى صورتين. اعتماداً على الرطوبة النسبية فى الهواء المحيط. وقد ساعدها ذلك على الخروج بنتيجة معينة هى أن الجزء الفوسفاتى من الجزىء كان على الجانب الخارجى. ولذلك عاد واطسون إلى جامعة كامبريدج ولديه أفكاراً مشوشة عن الحقائق والمعلومات التى قدمتها الباحثة روزالين فرانكلين. وكانت المعلومات المشوشة التى سمعها سبباً فى إعداد واطسون وكريك لنموذج فاشل للحامض النووى الريبوزى المختزل، مما تسبب فى جعل رئيس وحدة الأبحاث التى يعملان بها يتخذ قراراً بوقف أبحاثهما فى الحامض النووى. ولكن القضية استمرت مطروحة على ساحة البحث وموضع اهتمام الباحثين. إلا أن صور أشعة إكس التى حصلت عليها الباحثة روزالين فرانكلين التى كانت تعمل بمفردها أوضحت أن الصورة الرطبة من الحامض النووى الريبوزى المختزل (فى ظل الرطوبة العالية) كانت تحتوى على

كل خصائص القوس الحلزونى. ولذلك شكت فى أن يكون لكل الحامض النووى المختزل نفس الشكل الحلزونى، ولكنها لم تشأ الإعلان عن ذلك حتى تتمكن من الوصول إلى دليل علمى كاف بالنسبة للشكل الآخر للحامض النووى. وكان موريس ويلكنز قد أصيب بإحباط. ولذلك قام فى يناير عام ١٩٥٣ بإطلاع واطسون على نتائج الباحثة روزالين، ومن الواضح أن ذلك تم دون علم منها أو موافقتها. وصرح كريك لويلكنز بإعجابه بما توصلت إليه روزالين. وحينئذ اتخذ واطسون وكريك خطوة حاسمة، حيث اقترحا أن الجزىء المكتشف يتألف من سلسلتين من النيوكليتيدات أو لبنات الأحماض النووية، كل منها على شكل لولب أو حلزون وهو نفس ما وجدته فرانكلين، ولكن إحداهما تتجه لأعلى والأخرى تتجه لأسفل. وكان كريك قد علم بنتائج الباحث كارجاف بشأن الأزواج القاعدية فى صيف عام ١٩٥٢. وقد أضاف ذلك إلى النموذج الذى أعده حتى تكون مقارنة زوج القواعد المتشابك فى وسط الحلزون المزدوج للحفاظ على المسافة ثابتة بين السلسلتين.

وأوضح واطسون وكريك أن كل جديلة من جزيئات الحمض النووى الريبوزى المختزل كانت عارضة أو دعامة للأخرى. وخلال عملية انقسام الخلية، تنفصل الجديلتان ليتم بناء نصف آخر جديد على كل منهما، يماثل تماماً الجديلة السابقة. هكذا يمكن للحامض النووى أن يكثر من نفسه بدون تغيير تركيبه، ما عدا بعض الأخطاء أو التحورات العارضة. وكان البناء مناسباً تماماً للبيانات التجريبية لدرجة أنه قبل على الفور. ولذلك أطلق العلماء على اكتشاف الحامض النووى الريبوزى المختزل أهم كشف بيولوجى على مدى المائة عام مضت وربما يكون المجال الذى فتحه هذا الاكتشاف بداية لانطلاقة علمية أخرى فى المائة عام القادمة. ومن مفارقات القدر أن الباحثة البريطانية روزالين فرانكلين قد توفيت فى عام ١٩٦٢ قبل فوز العالمين واطسون وكريك بجائزة نوبل فى الطب (الفسيولوجى). ومن المعروف أن جوائز نوبل تمنح للعلماء الأحياء عن إنجازاتهم العلمية البارزة التى تخدم البشرية، ومن الممكن تقاسمها بين ثلاثة علماء، فهل لو أن الباحثة روزالين فرانكلين باقية على قيد الحياة كانت ستشاركهم فى الجائزة؟!.

٢٦ - اختراع أجهزة التصوير المقطعى والرنين النووى المغناطيسى

كان دخول أجهزة التصوير بأشعة إكس فى الطب مع بداية القرن العشرين بمثابة اختراق علمى كبير، بدليل أنها لم يتمم الاستغناء عنها، وأنها ما زالت تستخدم حتى الآن فى تصوير العظام وأجهزة الجسم الداخلية، إلا أن كون أشعة إكس ثنائية المقطع كان بالرغم من فاعليتها يمثل مشكلة فى كثير من الأحيان. وظل الأمر كذلك حتى خرج المهندس البريطانى جودفرى هاوسفيلد بنموذج مطور للتقنية العادية التى كان قد مضى عليها سبعون سنة، ويتمثل التطور الجديد فى دمج جهاز كمبيوتر مع جهاز الأشعة العادية. فعند التقاط عدة صور أشعة لنفس المنطقة ولكن بزوايا مختلفة قليلاً، يكون بوسع الكمبيوتر تجميع المعلومات التى تظهرها صور الأشعة معا لتكوين صورة واحدة تظهر قطاعاً عرضياً. ونجح المهندس البريطانى فى بناء نموذج للجهاز الجديد المطور فى عام ١٩٧١ ، وفى العام التالى حاول تجربته عمليا على مريضة كان أطباؤها يتشككون فى إصابتها بورم فى المخ، وقد استطاع الأطباء بفضل جهاز

هاوسفيلد المطور أن يروا بوضوح كيساً دهنيا مستديرا بمخ الفتاة، وسمى هاوسفيلد هذه التقنية الجديدة باسم التصوير الطبقى المقطعى المساعد بالكمبيوتر (سى تى)، كما سميت أيضاً بالأشعة المقطعية، وهى كانت ذات فائدة كبيرة فى النظر إلى إصابات ومشاكل الدماغ، لأنها كانت تظهر تفاصيل الجزء المفحوص من الأنسجة الرخوة بدرجة من الوضوح تعادل مائة مرة قدر الأشعة التقليدية. وقد تم منح هاوسفيلد لقب فارس، كما فاز بجائزة نوبل فى الطب فى عام ١٩٧٩ عن إنجازه الكبير الذى ساهم فى تطوير أداء مهنة الطب وتحسين نتائج التشخيص والعلاج.

ومع بداية الثمانينات تم إضافة تقنية جديدة إلى أدوات الطب، هى التردد المغناطيسى النووى، وهو تكنولوجيا تستخدم مغناطيسا ضخما يمكن أن يحشد البروتونات أو أنوية ذرات الهيدروجين فى أى جسم أو كائن ليجعلها تتخذ اتجاه القطبية الشمالية والجنوبية للمغناطيس. ويقوم جهاز كمبيوتر بقراءة ذلك من أجل تشكيل صورة فى عملية تعرف باسم التصوير بالتردد المغناطيسى (MRI). وتعتبر هذه الوسيلة بالغة الفاعلية

فى مراقبة وفحص الأنسجة الرخوة لارتفاع نسبة الماء والسوائل بها، ومن ثم الهيدروجين، مقارنة بالعظام. ويستطيع التصوير بالتردد المغناطيسى النووى أن يعطى للطبيب صورة واضحة عن أى مستوى خلال الجسم أثناء نوم المريض ممددا دون حركة داخل أمبوب كبير يستمع إلى دقات الجهاز أثناء قيامه بعمله. وفى حالات كثيرة، يعد التصوير المغناطيسى النووى الأداة التشخيصية المفضلة، خاصة عند تصوير المخ بالرغم من أن الأشعة المقطعية ما زالت يتم اختيارها لفحص جلطات الدماغ لكونها أفضل وسيلة للكشف عن نزيف المخ، أما عن العيب الوحيد فى تكنولوجيا التصوير بالرنين المغناطيسى النووى فهو الارتفاع الكبير فى تكلفة إجرائها، وصعوبة اقتناء المستشفيات الصغيرة لأجهزتها لغلو ثمنها، ولكننا نستطيع رغم ذلك أن نقول إنها كانت وما زالت أحد أهم الاختراعات التى تحققت فى القرن العشرين لأنها ساهمت فى إنقاذ حياة ملايين البشر فى كل بلاد العالم.

٢٧ - الخريطة الوراثية للنبات..
أعظم اكتشافات القرن العشرين

كان مشروع الجينوم البشرى بلا شك بمثابة ثورة علمية كبيرة فتحت الطريق على مصراعيه أمام مجالات أخرى عديدة لتشخيص وعلاج أمراض الإنسان، إلا أن اكتشاف الخريطة الوراثية للنبات كان فى تقديرنا يمثل أعظم اكتشاف علمى فى القرن العشرين، وذلك بسبب تأثير هذا الاكتشاف على جميع الأشياء المرتبطة بالنبات مثل الطعام والملبس والوقود والطاقة والصابغات والعطور والأدوية وغيرها، حيث تضم المملكة النباتية فى العالم نحو ٢٥٠ ألف نوع من النباتات ويرجع الفضل فى هذا الاكتشاف لمجموعة من العلماء الدوليين من كل من اليابان والولايات المتحدة وأوربا تمكنت من كشف الأسرار الوراثية لأحد النباتات الأولية هو نبات «أرابيدوبسى ثاليانا» الذى ينتمى لمجموعة نباتات العائلة الصليبية ذات الفلقتين. فبفضل هذا الاكتشاف المذهل، أصبح بوسع العلماء رسم خريطة جينية كاملة للنباتات على غرار الخريطة الوراثية للإنسان، حيث

تشارك جينات هذا النبات جميع الكائنات الحية على كوكب الأرض. ويعتقد العلماء البريطانيون أن معرفة التركيب الجينى للنبات أكثر أهمية من معرفة التركيب الجينى للإنسان، باعتبار النبات أساساً للنظام البيئى فى العالم أجمع. كذلك من المنتظر بفضل هذا الاكتشاف أن يتمكن الباحثون أيضاً من إنتاج محاصيل معدلة وراثياً أوفر إنتاجاً وألذ طعماً وأكثر مقاومة للملوحة والجفاف والتغيرات المناخية والحشرات، بجانب تفسير جميع القواعد الجينية التى تحدث فى النباتات المعدلة وراثياً، وتوضيح كيفية تطور جميع النباتات على ظهر الأرض. ومن الأمور المهمة بالنسبة للنبات أن هناك حوالى ١٠٠ جين فى النبات ترتبط بأمراض جينية عند الإنسان مثل الصمم والعمى الوراثى والسرطان. ومجمل القول أن هذا الأمر سوف يكون مفيداً لصحة الإنسان وأمراض سوء التغذية التى يتحكم فيها النبات. ونظراً لإنتاج النباتات المزهرة نحو ١٠٠ ألف مادة لا توجد فى الحيوان ويتم استخدامها فى تصنع الأدوية، فمن المنتظر أن يكون لهذا الاكتشاف أهمية كبرى فى صناعة الدواء. ولنبات «أرابيدوبسى ثاليانا» تركيب جينى سهل وبسيط

يعادل ٥٪ من التركيب الجينى لنبات الذرة على سبيل المثال، وأقل من ٤٪ من التركيب الجينى عند الإنسان، كما أن دورة حياته قصيرة ولا يتأثر تركيبه الجينى بتعاقب أجياله لآلاف السنين، وهو متواجد على نطاق واسع فى المناطق المعتدلة بأوربا وآسيا واليابان وشرق أفريقيا. كذلك اكتشف العلماء منذ سنوات أن لنبات «أرابيدوسى ثاليانا» خاصية فريدة كمؤشر حيوى، إذ يساعد وجوده فى حقول الألغام على اكتشاف مواقعها، حيث يؤدى امتصاص أوراقه للأبخرة والغازات المتصاعدة من المواد شديدة الانفجار الموجودة بالألغام إلى تغير لون أوراقه وتحولها إلى اللون البنفسجى. وقد ساهمت كل هذه الأسباب فى جعله أنسب النباتات للأبحاث، ودخل التاريخ بفضل هذا الاكتشاف.

وذكر فريق العلماء أنهم تمكنوا من قراءة ١١٥ مليون حرف كيميائى سجل على الشرائط الحلزونية للحمض النووى، الأمر الذى يمكنهم من معرفة أى جين خلال ١٨ شهر بعد أن كان هذا الأمر من قبل يستغرق نحو عشر سنوات. وكأنما يريد العلماء ألا يطوى القرن العشرين آخر أوراقه دون تسجيل

هذا الحدث المهم، فقد نشرت مجلة «ناتشر» العالمية تفاصيل هذا الاكتشاف المهم على صدر عددها الصادر يوم ١٤ ديسمبر عام ٢٠٠٠، وأحصت المواضيع العلمية التى نشرت عنه والتى بلغت أكثر من ١٧٠٠ بحث فى ذلك العام وحده. ويؤكد العلماء أن علم النبات سيتغير شكله كثيراً بعد معرفة الأسرار الكاملة لجينات أرابيدوبسى ثاليانا.

٢٨ - اختراع أول عقار لعلاج الشيزوفرينيا

فى عام ١٩٥٢ كان الجراح الفرنسى هنرى لابوريت يبحث عن طريقة لتقليل صدمة الجراحة على مرضاه، حيث كان الجانب الأكبر من هذه الصدمة يأتى من المخدر، ولذلك إذا تمكن من إيجاد طريقة تجعله يستخدم قدراً أقل من المخدر، فمن الممكن أن يساهم ذلك فى الإفاقة السريعة لمرضاه . وعلم أن حدوث الصدمة يأتى نتيجة لإفراز مادة كيميائية معينة فى المخ، ولذلك سعى للبحث عن مادة كيميائية يمكنها إيقاف عمل ذلك الإفراز الكيميائى بالمخ. وحاول تجربة أحد مضادات الهستامين المستخدمة فى علاج الحساسية. ولاحظ أنه عندما يعطى لمرضاه جرعات قوية كبيرة من مضادات الحساسية، فإنها تؤدى لتغيير حالاتهم العقلية، ولا يبدون قلقاً بشأن العمليات الجراحية المقدمين عليها. وفى حقيقة الأمر فلم يكونوا يعانون أى تغير ويبدون فى حالة استقرار نفسى. وبذلك تمكن الجراح لابوريت من إجراء الجراحات المطلوبة لمرضاه باستخدام أقل قدر ممكن من المخدر. وأصيب لابوريت بدهشة عظيمة لتأثير المادة الجديدة على مرضاه، خاصة عندما استخدم مركب

يسمى كلوربرمازين. واعتقد أن العقار يجب أن يكون له استخدام ما فى الطب النفسى، ولكن فى غضون تلك الفترة، لم يكن أى طبيب من المتخصصين فى الطب النفسى يجرى أبحاثاً على هذا العقار. واعتقد أستاذ الطب النفسى الكندى الدكتور هاينز ليمان أن لابوريت استخدم الصدمة أو علاجات نفسية معينة مع مرضاه، ولكن لابوريت ظل مصراً على فرض فكرته. ونقل أحد الجراحين من زملاء لابوريت فكرته لشقيقه الطبيب النفسى «بيير دينيكر». ورغم أن رغبة دينيكر لاقت استياء زملاءه، إلا أنه طلب كمية من عقار كلوربرومازين لتجربتها على مرضاه سريعى الإثارة الذين يصعب السيطرة عليهم، وجاءت النتائج مذهلة، إذ استطاع المرضى الذين كانوا يقفون فى موضعهم دون حركة لأسابيع كاملة، ومن كان يجب أن تقيد حركتهم بسبب سلوكهم العدوانى أن يتصلوا بالآخرين وأن يتركوا بمفردهم دون إشراف لصيق مباشر عليهم ودوّن أخصائى آخر فى الطب النفسى ملاحظة جاء فيها «إنه لأول مرة نتمكن من مشاهدة أفراد مرضى بوسعنا أن نتحدث إليهم الآن». وكان المرض العقلى الشديد فى تزايد مستمر منذ

بداية القرن العشرين. ففى عام ١٩٠٤، كان فردان بين كل ألف يعالجان بمستشفيات الأمراض العقلية، ولكن فى عام ١٩٥٥، تضاعف هذا المعدل وأصبح هناك أربعة بين كل ألف يحتاجون للعلاج فى مستشفيات الأمراض العقلية. واحتار أساتذة الطب النفسى فيما إذا كان السبب وراء ذلك بيولوجيا أم ناتجا عن تجارب شخصية، ولكن لم يكن هناك شيئًا يمكن استخدامه فى مساعدة المرضى المصابين بحالات عقلية مزمنة، وكان الإجراء المتبع حيالهم حتى هذه اللحظة هو حجزهم فى مؤسسات خاصة تابعة للدولة. وفى نفس الوقت كانت شركة سميث كلاين الأمريكية للأدوية تحاول توسيع قاعدة منتجاتها، ولكنها لم يكن لديها مبالغ كبيرة مخصصة لإجراء الأبحاث، ولذلك كانت تبحث عن أى أدوية جديدة مبشرة. ولما كان مركب كلوربرومازين يتم إنتاجه بواسطة شركة رونبولينك الفرنسية، فقد قررت سميث كلاين شراء حق اختراعه من الشركة الأوربية فى عام ١٩٥٢، عملاً بالمثل العربى الشهير القائل «شراء العبد أفضل من تربيته». ومنذ هذا التاريخ بدأت سميث كلاين فى إنتاجه وإنزاله إلى الأسواق

كعلاج مضاد للقيىء، ولكن انتشر الحديث السابق عن نجاح الطبيب الفرنسى، وهنا حاولت سميث كلاين إقناع إخصائى الطب النفسى بالمستشفيات وأساتذة الطب النفسى بالجامعات الأمريكية لتجربة هذا العقار. وكانت نظرة الأكاديميين إليه على أنه مسكن آخر للألم، ولكنهم كانوا أكثر اهتماماً بالتحليل النفسى والسلوكيات، ودعت سميث كلاين الطبيب الفرنسى بيير دينيكر ليساعدهم فى إقناع الممارسين العموميين للطب النفسى فى الولايات المتحدة لتجربة الاستخدام الجديد للدواء. وتحقق نجاحها عن طريق مؤسسات الصحة العقلية التابعة للحكومة عندما أخبروهم بأن لديهم طريقة فعالة يمكن أن توفر عليهم المال. وبدأت الاختبارات على المرضى بهذه المؤسسات حيث كانت معظم الحالات الميئوس منها تقيم بها. وجاءت النتائج مقنعة لهم تماماً، بل إنها كانت من قبيل الإعجاز، وإذيعت هذه الأنباء فى نشرات الأخبار بالتليفزيون.

وفى عام ١٩٥٤، وافقت هيئة الغذاء والدواء الأمريكية على إقرار مركب كلوربرومازين، وانتشر فى أمريكا كالعاصفة، فكان له تأثيراً مهدئاً دون تسكين المرضى، مما أتاح لهم الحياة

بصورة شبه طبيعية. وبحلول عام ١٩٦٤، كان هناك أكثر من ٥٠ مليون مريض نفسى فى العالم يعالجون بعقار كلوربرومازين، وتضاعفت مكاسب شركة سميث كلاين ثلاث مرات فى غضون ١٥ عام فقط.

ورغم اكتشاف بعض الأعراض الجانبية للدواء من خلال الممارسة الطبية على مر السنين، إلا أن التأثير الدراماتيكى الهائل للدواء على أحد المواد الكيميائية التى تُفرز بالمخ كان له مردود أوسع بكثير. فعلى سبيل المثال، كان أحد التأثيرات الجانبية للدواء يجعل المرضى يظهرون وكأنهم مصابون بالشلل الرعاش. وطرح ذلك استفساراً أنه ربما تكون هناك مواد كيميائية أخرى مشابهة تشترك فى أسباب حدوث الإصابة بمرض الشلل الرعاش، وهكذا يمكن مقاومة تأثيرها. ومهدت مثل هذه العلاقات المتشابكة الطريق لفهم الدور الذى يلعبه الموصل العصبى «دوبامين» والموصلات العصبية الأخرى فى وظيفة المخ وسلوكيات الفرد.

٢٩ - نجاح إجراء أول عملية زرع كلى فى العالم

من المعروف عمليا أن فكرة زرع أعضاء بديلة عن الأعضاء التالفة بجسم الإنسان ليست جديدة على العالم، حيث يمكن التعرف على محاولات عديدة لها فى الأساطير القديمة للإغريق، وكان يشار إليها من جانب العديد من الحضارات القديمة الأخرى، ولكن إجراء مثل هذه العمليات ظل شبه مستحيل حتى منتصف القرن العشرين، أو ضربا من الخيال العلمى، وبصفة عامة فقد كان زرع الجلد والقرنية من أول العمليات الناجحة لزرع الأعضاء فى العالم، أما الأعضاء الداخلية الغائرة الأكثر تعقيداً بالجسم، فقد ظلت من المشاكل غير المحسوبة. وكانت الكلى أول الأعضاء التى تم زرعها بنجاح داخل الجسم.

ونظراً لاحتواء جسم الإنسان الطبيعى على كليتين رغم أنه يستطيع أن يعيش بواحدة فقط، فإن إعارة مريض إحدى كليتى شخص سليم يمكن أن يكون من النماذج الناجحة المناسبة لعملية النقل والزرع فى جسم المريض (ولا تزال الكلى

من الأعضاء الكبرى التى تشهد أكبر عدد من عمليات الزرع) وقد تم إجراء أول عملية زرع كلى ناجحة بعد عدة محاولات فى بداية الخمسينات عندما كانت هذه العملية هى البديل الوحيد أمام المريض حتى لا يفقد حياته. إلا أن الحالات الأولى لعمليات زرع الكلى ما لبثت أن انتكست بسبب طرد جسم المرضى للكلى المزروعة، مما أدى إلى أن أصبح مستقبل عمليات نقل وزرع الأعضاء خافتا. فى نفس الوقت، كان الجراح البريطانى بيتر ميداور يبحث فى الأسباب الكامنة وراء عمليات رفض أجسام المرضى للكلى للمزروعة التى لاحظ مثلها فى عمليات زرع الجلد عندما كان يعالج مصابى الحرب. فقد لاحظ أن أجسام متلقى شرائح الجلد كانت تفرز أجساما مضادة تجاه الشرائح المزروعة بأجسامهم، طالما لم يتعرضوا لأنسجة غريبة مشابهة فى بداية حياتهم. ولذلك قام بإجراء تجارب أولية على الدجاج. وأظهر عمل الجراح البريطانى أن رفض الجسم للأنسجة الغريبة للأعضاء المزروعة كان بالفعل يحدث كرد فعل من الجهاز المناعى. وفى عام ١٩٥٤، كانت هناك عملية ناجحة لزرع كلى بمستشفى بيتر بينت ببوسطن،

ولكنها علمت الأطباء الكثير عندما أكدت النتائج التى سبق أن أعلنها الطبيب الانجليزى الدكتور ميداور، فقد كان المريض ريتشارد، وهو أحد توأمين متماثلين هما ريتشارد ورونالد هيرك، مشرفا على الموت بسبب الفشل الكلوى، وقرر شقيقه رونالد التبرع له بإحدى كليتيه لإنقاذ حياته. وتمت عملية نقل وزرع الكلى لريتشارد، ولأن المتبرع والمتلقى كانا متماثلين، لم يظهر العضو المزروع بجسم ريتشارد كجزء غريب عنه، ولذلك قبله جسمه ولم يلفظه. ومع ذلك فقد كانت هناك جوانب أخلاقية فى هذا الإجراء الجديد أقلقت بعض الأطباء، فلكى يتم علاج أحد المرضى، كان الأمر يتطلب الإضرار بشخص آخر سليم (بانتزاع إحدى كليتيه)، إلا أن هذه كانت أقل العقبات فى طريق الجراحة، حيث ظلت القضية الأساسية هى كيفية خداع جسم المريض المتلقى لكى لا يرفض العضو الجديد المتمثل فى الكلية التى يحتاجها. وتم تجربة أشعة إكس، بتعريض جسم المريض بالكامل لها، وكانت النتيجة كالضربة القاضية للجهاز المناعى للمريض، ولكن فى حالات كثيرة كان المريض يموت بتأثير الإشعاع، وفى عام ١٩٥٩،

اكتشف طبيبان آخران بولاية بوسطن أن هناك عقاقير معينة يمكنها أن تثبط الجهاز المناعى بنفس فاعلية تعريض الجسم للإشعاع، ولكن بدون الآثار الجانبية لأشعة إكس، مثل دواء إميوران الذى يستخدم أساساً لعلاج حالات سرطان الدم. وبجانب ذلك، فقد نجح الدكتور ميداور فى عام ١٩٦٠ فى إدخال طريقة تطابق الأنسجة، على غرار تطابق فصائل الدم الذى تم اكتشافه فى أولى سنوات القرن العشرين.

وفى عام ١٩٦٢، تم لأول مرة استخدام تحاليل تطابق الأنسجة مع العقاقير المثبطة للجهاز المناعى فى عمليات زرع الكلى. وخلال الفترة بين عام ١٩٥٤ وعام ١٩٧٤، تم إجراء حوالى عشرة آلاف عملية زرع كلى فى العالم. وخلال تلك الفترة ، تم إدخال عقاقير أكثر فاعلية لتثبيط الجهاز المناعى بأجسام المرضى زارعى الكلى، إلا أن عقار سيكلوسبورين الذى أدخل فى بداية الثمانينات كان بمثابة اختراق علمى كبير فى مجال منع رفض الجسم للكلى المزروعة وبداية لحقبة جديدةفى عمليات زرع الأعضاء، حتى أن عام ١٩٨٦ وحده شهد إجراء أكثر من ٩ آلاف عملية

زرع كلى فى الولايات المتحدة وحدها تجاوزت معدلات البقاء على قيد الحياة فيها لأول مرة ٨٥٪. لكل ذلك، فاز الجراح البريطانى بيتر ميداور فى عام ١٩٦٠ بجائزة نوبل فى الطب مشاركة مع كل من الأمريكى فون بيكيسى والاسترالى بيرنيت اللذان توصلا إلى نفس النتيجة فى أبحاثهم، وهى أن لجهاز المناعة دور أساسى فى عملية طرد الجسم للأعضاء المزروعة، مما تسبب فى جعل الأبحاث التالية تتجه نحو حل هذه المعضلة، وما تلاها من أبحاث لاكتشاف العقاقير الجديدة المانعة لطرد الأعضاء. لذلك يعتبر نجاح أول عملية لزرع الكلى من أهم الإنجازات العلمية فى القرن العشرين.

٣٠ - اكتشاف الإشعاع الكونى قصير الموجات

فى عام ١٩٦٠، قامت معامل بيل ببناء هوائى عملاق فى منطقة هولمديل بولاية نيوجيرسى كجزء من نظام نقل مبكر بالقمر الصناعى يسمى «إيكو»، فبجمع وتكبير إشارات الراديو الضعيفة المرتدة بعد ارتطامها بالبالونات المعدنية الكبيرة المرتفعة فى الغلاف الجوى، من الممكن أن يقوم النظام بإرسال الإشارات عبر مسافات بعيدة، وفى غضون بضع سنوات قليلة تم إطلاق القمر الصناعى الذى تميز بوجود مراكز استجابة مندمجة تقوم بإرسال الإشارات فور استقبالها، مما جعل الصدى «إيكو» نظاماً قديماً. فى نفس الوقت، كان اثنين من باحثى معامل بيل يضعان أعينهما على الهوائى، الأول هو باحث الفلك الألمانى الأصل أرنو بنزياس الذى التحق بمعامل بيل فى عام ١٩٥٨، وحصل على درجة الدكتوراة فى تكبير الموجات الصغيرة «ميكروويف» بواسطة الانبعاث المثار للإشعاع، وذلك لتكبير وقياس الإشارات اللاسلكية القادمة من الفضاء السحيق فيما بين المجرات. وعلم أن هوائى هولمديل يمكنه أيضاً أن يصنع تليسكوبا راديويا أو لاسلكيا كبيراً، وكان يتوق كثيراً

لاستخدامه لكى يستمر فى مراقبته للفضاء، ولكنه استمر فى استكمال أبحاث أخرى أثناء استئجار الهوائى للأغراض التجارية. أما باحث الفلك الآخر، فكان روبرت ويلسون الذى جاء إلى معامل بيل فى عام ١٩٦٢ وفى رأسه نفس الفكرة، واستخدم أيضاً تكبير الموجات الميكروويف بالانبعاث المثار للإشعاع لتكبير الإشارات الضعيفة فى مسح إشارات الراديو القادمة من الطريق اللبنى. وقد أعطى إطلاق القمر الصناعى فى عام ١٩٦٢ لكلا الباحثين ما أراداه، حيث تقرر تحرير هوائى هولمديل للأبحاث البحتة. وعندما بدأ الباحثان فى استخدامه كتليسكوب فضائى، وجدا أن هناك خلفية مشوشة أو ضوضاء (مثل الاستاتيكية فى جهاز الراديو). وكانت هذه الضوضاءفى شكل إشارة متحدة الشكل فى المدى قصير الموجة «الميكروويف»، مما يوحى بأنها قادمة من نفس التليسكوب، والذى لم يكن من الأمور غير العادية، حيث لم يتدخل فى نظام الصدى «إيكو»، ولكن بنزياس وويلسون اضطرا للتخلص منه لإكمال أعمال المراقبة التى كانا يخططان لها. لذلك قاما بفحص كل شىء لاستبعاد مصدر الإشعاع

الزائد. وقاما بضبط الهوائى فى مدينة نيويورك، واكتشفا أنه لم يكن نوعًا من التداخل من المناطق المحيطة، كما أنه لم يكن إشعاعًا صادرًا من مجرتنا أو أى مصادر لاسلكية ناشئة خارج كوكب الأرض أو جوها، كما لم تكن من طيور اليمام التى تعيش فى الهوائى الكبير الذى يأخذ شكل النفير. ولذلك فقد أعادا مراجعة أخطائهم. وظل المصدر هو نفسه طوال أربعة مواسم، وهكذا لم يكن من الممكن أن تكون الإشارات قادمة من المجموعة الشمسية أو حتى من الانفجار النووى الذى أجرى فى عام ١٩٦٢ فوق سطح الأرض. واضطرا لاستنتاج أن الإشعاع لم يكن بسبب الآلة أو نوعًا من الضوضاء أو التشويش العشوائى. ولذلك بدأ ويلسون وبنزياس فى البحث عن تفسيرات نظرية لما وجداه، وفى غضون هذا الوقت، كان الباحث روبرت دايك من جامعة برينستون القريبة منهما يتابع النظريات الموضوعة عن الانفجار الكونى العظيم. واستخدم النظرية الموجودة حينئذ فى اقتراح أنه إذا كان هناك انفجار كونى عظيم، فإن بقايا ذلك الانفجار يجب أن تكون موجودة فى ذلك الوقت فى مختلف أنحاء الكون لتأخذ شكل خلفية من

الإشعاع منخفض المستوى. وكان دايك يبحث عن دليل لهذه النظرية عندما اتصل كل من بنزياس وويلسون بمعمله، وشارك بعمله النظرى معهما برغم أنه أخبر رفاقه من الباحثين مستسلما بأنهم قد جرفوا نحو هذا العمل. ومما يثير السخرية، أن روبرت ويلسون كان قد تدرب فى نظرية الحالة الثابتة (التى تقترح أنه كان بلا بداية أو نهاية، خلافًا لنظرية الانفجار الكونى العظيم) وشعر بعدم ارتياح تجاه تفسير نظرية الانفجار الكونى العظيم للضوضاء المستقبلة على جهاز اللاسلكى الخاص بهم. وعندما نشر دايك بحثًا بالاشتراك مع بنزياس، التزم باحثو معمل بيل بالحقائق العلمية فقط، وببساطة التى تسجل ملاحظاتهم المدونة. ومما يثير السخرية أيضاً أن كثيرا من الباحثين فى المجالين النظرى والتجريبى كانوا قد اصطدموا بهذه الظاهرة من قبل، ولكنهم إما أسقطوها من حسابهم وإما لم يقوموا بتجميعها معاً فى وحدة واحدة. وكان مرجع ذلك جزئياً إلى ما كتبه ستيفن فاينبيرج فى الخمسينات من أن دراسة المراحل الأولى المبكرة من الكون لم يكن يؤخذ فى الاعتبار بشكل كبير على كونه نمط من الأشياء التى يمكن

لعالم محترم أن يكرس له وقته، وذلك لأن الأمر كله قد تغير منذ عمل بنزياس وويلسون ودايك. ويشكل قياس الإشعاعات الكونية (المسماة الآن ضوضاء تليسكوب هولمديل) المقترن بالنتائج المبكرة لإدوين هابل من أن المجرات فى حالة تباعد عن بعضها، حالة قوية بالنسبة لنظرية الانفجار الكونى العظيم. وفى منتصف السبعينات أطلق علماء الفلك على هذه النظرية النموذج النمطى. ولذلك حصل كل من أرنو بنزياس وروبرت ويلسون على جائزة نوبل فى الطبيعة فى عام ١٩٧٨ لما توصلوا إليه من نتائج من خلال أبحاثهم فى الستينات، حيث كانت أفكارهم بداية لسلسلة أخرى من الأبحاث ساهمت فى تحقيق مزيد من الفهم للكون.

٣١ - فيرمى يصمم اول تفاعل نووى محكوم (تحت السيطرة)

فى تذكرة سفر فى اتجاه واحد كما يقولون، غادر العالم انريكو فيرمى إيطاليا فى عام ١٩٣٨ لاستلام جائزة نوبل فى الطبيعة من أكاديمية العلوم بالسويد، ولكنه لم يعد إليها مرة ثانية أبداً، حيث قرر هو وزوجته الرحيل إلى الولايات المتحدة الأمريكية هربا من الفاشية الإيطالية المتزايدة والموجات المعادية للسامية.

وأدرك فيرمى مع غيره من العلماء أن الانشطار النووى كان مصحوباً بانطلاق كميات هائلة من الطاقة الناتجة من تحويل الكتلة إلى طاقة، وذلك طبقاً لمعادلة أينشتاين الخاصة بالعلاقة بين الكتلة والطاقة (E=MC2). وعندما أقنع العلماء روزفلت بذلك، تم تعيين فيرمى لقيادة فريق بحثى كجزء من مشروع سرى لتطوير القنبلة الذرية. على أى حال، فقد كانت مهمة فيرمى هى تصميم أول تفاعل نووى تحت السيطرة أو محكوم، ويتضمن ذلك شطر الذرة دون إحداث انفجار مدمر.

ومن الناحية النظرية، كان ذلك ممكنا. فأثناء الانشطار ينطلق نيوترون تجاه نواة الذرة التى بدورها تنشطر وتكون النتيجة قذف نيوترون. ومن الممكن لهذا النيوترون المقذوف أن يشطر نواة ذرة أخرى، ويكون نتيجة ذلك إطلاق نيوترون آخر حر ليقوم بشطر نواة ذرة أخرى، وهكذا يستمر التفاعل فى شكل تفاعل متسلسل يقود نفسه بنفسه. وإذا مضى هذا التفاعل المتسلسل بصورة بالغة السرعة، فمن المؤكد أنه سيصبح انفجاراً ذريا، ولكنه انفجاراً ذريا مقننا أو تحت السيطرة، ومن الممكن حينئذ أن يولد تياراً منتظماً من الطاقة. (إذا بدأ التفاعل المتسلسل باليورانيوم، فسوف ينتج عنه كمنتج جانبى البلوتونيوم، وهو أفضل وقود ممكن للأسلحة النووية.

وعمل فيرمى بجامعة شيكاغو مع فريق من الباحثين لإيجاد طريقة للسيطرة على التفاعل المتسلسل. وقد تمكن من ذلك بالفعل بإنشاء المفاعل الذرى الذى يسمح له بوضع مادة تمتص النيوترون فى وسط عملية الانشطار النووى لإبطاءه أو إيقافه. ووجد فيرمى أن القضبان المصنوعة من الكادميوم يمكنها أن تمتص النيوترونات. وإذا حدث أن تسارع

التفاعل المتسلسل، فمن الممكن وضع قضبان الكادميوم لإبطاءه، كما يمكن إزالتها أيضاً لإسراع التفاعل مرة أخرى.

وفى نهاية عام ١٩٤٢، كان الفريق مستعداً لإجراء أول تجاربه. وتم إقامة المفاعل الذرى داخل ملعب اسكواش بجامعة شيكاغو، وجاءت اللحظة الحاسمة يوم ٢ ديسمبر من ذلك العام، حيث كان من الممكن نسف مساحة تصل إلى نصف مدينة شيكاغو إذا ما أثبتت التجارب التى أجريت فى ذلك اليوم خطأ نظرياتهم، فتم سحب عدد من قضبان الكادميوم، وبدأ التفاعل، ومع إخراج مزيد من القضبان الكادميوم، ظل التفاعل مستمرا ذاتياً. واستطاع الفريق البحثى أن يزيد أو ينقص من كمية الطاقة المنتجة بضبط عدد القضبان المستخدمة فى التفاعل. وتأكدت جدوى فكرة العالم فيرمى وتم إجراء أول تفاعل نووى متسلسل ومستمر ذاتياً تحت السيطرة، وأول تيار متدفق ومحكوم من الطاقة من مصدر غير الشمس. وعلى أثر ذلك تم إبلاغ الحكومة بهذا النجاح الباهر من خلال رسالة مشفرة جاء فيها: «لقد نجح الملاح الإيطالى فى النزول على الأرض فى الدنيا الجديدة» وقصد بالملاح الإيطالى بالطبع العالم فيرمى.

ومنذ ذلك الحين، تم توسيع نظرية فيرمى وتنقيتها من كل ما شابها من نقاط ضعف، وبنيت المفاعلات النووية فى عدد كبير من الدول لإنتاج الطاقة اللازمة للأغراض العسكرية مثل الغواصات النووية وبعض الاستخدامات النووية مثل إنتاج الطاقة الكهربائية العادية، ولكن الأحداث التى وقعت على أرض الواقع عبر السنين أوضحت مخاطر عملية التفاعل النووى المتسلسل ومخاطر نواتجها، وفقدت القوة النووية كثيراً من شعبيتها وباتت كالوحش الرهيب، ولكن مع كل ذلك لا يمكن أن ينكر أحد فضلها على البشرية فى المجالات السليمة، حيث لا يمكن مقارنة تكلفة إنتاج الطاقة الكهربية المنتجة من المفاعلات النووية بأى وسيلة أخرى، ولا يعيب الطاقة النووية بالطبع لجوء بعض الدول إلى استخدامها كوسيلة تدميرية، فلكل عملة وجهين، فكما يمكن استخدام التليفزيون والفيديو كوسيلة تثقيفية وتربوية مهمة، من الممكن أيضاً استخدامهما فى عرض مواد إعلامية فاسدة، لهذا لا يستطيع أحد أن ينكر الدور الذى لعبته الطاقة النووية فى تطور العالم، لذلك نعتبر تصميم فيرمى لأول مفاعل نووى من أهم الاختراعات العلمية التى شهدها القرن العشرين.

٣٢ - إنتاج أول حاسب آلى صغير على المستوى التجارى

فى عـام ١٩٥٨، تم تطوير الدوائر الكهـربيـة المتكاملة بواسطة مهندس شاب بمؤسسة تكساس لصناعة الأجهزة الكهربية، هو المهندس الأمريكى جاك سانت كلير كيلبى الذى نجح فى الجمع بين عدد من الترانزيستورات والمكثفات وربطهم معاً بطبقة رفيعةمن السيليكون، وهو مادة شبه موصلة للكهرباء. وساهم استخدام السيليكون فى إكمـال الدائرة بين المكونات الإليكترونية. وقد أمكن وضع كل الوحدات البنائية للدائرة الإليكترونية من ترانزيستورات وصمامات ثنائية ومكثفات ومقاومات وغيرها على سطح واحد صغير مع الربط بينهما. وأدى إنتاج مثل هذا النوع من الشرائح إلى إحداث ثورةكبيرة فى صناعة الإليكترونات. وبالفعل نجحت مؤسسة تكساس للأجـهزة الكهـربيـة فى تصنيع أول شريحة سليكون قابلة للاستخدام العملى فى العالم عام ١٩٥٩.

وبعد مرور عشر سنوات على تحقيق هذا الإنجاز الكبير،

نجح الباحث جلبيرت هايات فى أخذ الدوائر المتكاملة خطوة أخرى إلى الأمام عندما استطاع أن يجمع كل الأجزاء اللازمة لتشغيل الكمبيوتر فى مساحة واحدة صغيرة نسبياً (باستثناء الذاكرة والسطح البينى). وقدم طلباً لتسجيل براءة اختراع بفكرة هذا الحاسب الآلى الصغير فى عام ١٩٧٠. وفى العام التالى، وبينما كان يقوم بمناقشة أوراق اختراعه بمكتب البراءات للحصول على براءة اختراع بأول جهاز حاسب آلى دقيق، إذا بثلاثة مهندسين من مؤسسة انتيل يعلنون عن نجاحهم فى بناء أول حاسب آلى صغير الحجم قابل للتسويق تجاريا، لذلك من المفترض أنهم كانوا مدينين بإنجازهم لفكرة جيليبرت هايات، وفى عام ١٩٧٤، قاموا بإضافة الموديل ٨٠٠٨ (٨ أحرف)، حيث كان بالأسواق فعلاً فى ذلك الوقت الحاسب انتيل ٤٠٠٤ (٤ أحرف). وكان الموديل إنتيل ٨٠٠٨ أكثر قدرة منه بمقدار ١٦ مرة، واستخدم فيما بعد كجزء هيكلى أو «هاردوير» لأول حاسب آلى متكامل يتم تسويقه تجاريا للجمهور تحت اسم ألتير ٨٨٠٠ "ALTAIR"، على أى حال فقد اعترف مكتب براءات الاختراع الأمريكى

فى عام ١٩٩٠ لهايات بأحقيته فى فكرة اختراع أول جهاز كمبيوتر صغير الحجم، وهو جهاز انتيل ٤٠٠٤ (٤ أحرف).

وبالطبع كانت الحاسبات الدقيقة صغيرة الحجم ورخيصة الثمن إلى الحد الذى جعلها تشق طريقها بين آلاف المنتجات بسهولة، ليس فقط فى أجهزة الحاسبات الشخصية، وبينما يسود استخدام الحاسب الدقيق ذى «٣٢ حرف» فى كافة أجهزة الحاسبات المكتبية، فلا يزال حاسب جلبيرت الدقيق ذو الأحرف الأربعة يستخدم حالياً بكثافة فى الغسالات وأجهزة التليفزيون وأفران الميكروويف وغيرها من الأجهزة النافعة للبشر والتى ساهمت فى جعل حياة الإنسان تسير بصورة أسهل. من أجل ذلك يمكن أن نعتبر حاسب جيلبيرت هايات الدقيق «٤ أحرف» واحدا من أهم الاختراعات فى القرن العشرين.

٣٣ - هبوط رواد الفضاء بالمركبة أبوللو على سطح القمر

ترتبط بداية الجهود الأمريكية لإنزال البشر على سطح القمر دائماً بالخطاب الذى ألقاه الرئيس الأمريكى كيندى فى عام ١٩٦١، والذى جعل هذا الهبوط هدفا ينبغى أن يتحقق مع نهاية الستينات من القرن الماضى. فقد عمل خطابه على دفع الحكومة الأمريكية على إيجاد التمويل اللازم لوكالة الفضاء الأمريكية (ناسا)، ولكن الرحلة للقمر تعود فى حقيقة الأمر إلى عام ١٩٥٩ عندما كانت الوكالة الأمريكية تبدأ عملها.

وكان اسم أول برنامج استكشافى للفضاء الخارجى تقوم به ناسا هو ميركورى أى عطارد، وكان بمثابة محاولة عاجلة للّحاق بالسباق الذى بدأه الروس بالاتحاد السوفيتى السابق، حيث كانوا قد تمكنوا بالفعل من إطلاق قمر صناعى يدور حول الأرض، ووضعوا كلبا فى الفضاء. وفى عام ١٩٦١ وبعد شهر واحد من المحاولة السوفيتية الناجحة، نجح برنامج ميركورى

فى وضع أول إنسان أمريكى لمدة ٢٤ ساعة فى مدار حول الأرض. وسميت المرحلة التالية لبرنامج الفضاء الأمريكى «جيمنى»، وهى تصميم مركبة فضائية متقدمة يمكنها إنزال معدات فى الفضاء. ثم تلى ذلك برنامج أبوللو الذى اشتق اسمه من اسم إله الموسيقى والضوء والطب والنماء عند الإغريق. وقد صممت المركبة الفضائية أبوللو للسفر إلى القمر. وبإدخال بعض التحسينات على الأجزاء المكونة لجيمنى، فقد صنعت المركبة أبوللو من ثلاثة أجزاء أولها مركبة القيادةالتى كانت تتسع لثلاثة رواد فضاء، ومركبة الخدمات التى تحتوى على المحركات، ومولد القوى الكهربية ومخازن الأكسوجين والماء، وأخيراً المركبة القمرية، وكانت هى نفسها تتكون من مركبة على مرحلتين. وقد صممت لمساعدة رواد الفضاء بمركبة القيادة التى تدور فى مدار حول القمر على الخروج إلى سطح القمر، ثم تعمل حينئذ كمأوى لهم أثناء هبوط المركبة على سطح القمر. وتم إجراء عدة اختبارات للطيران، ولكن فى السابع والعشرين من يناير ١٩٦٧، نشب حريق فى غرفة أو مركبة القيادة وهى على

وسادة الإطلاق، وأدى إلى قتل كل طاقمها المكون من ثلاثة رواد. وتسبب خطأ بسيط فى منع إطلاق المركبة، مما تسبب فى تراجع وكالة الفضاء «ناسا» خطوة للوراء عن خطتها المتعجلة فى السباق المحموم مع الروس للسفر للفضاء الخارجى. وأجريت مهام أبوللو ٧، ٨، ٩، ١٠ لاختبار المعدات فى مدارى الأرض والقمر، ولكن رحلة أبوللو ١١ تم تخصيصها لمهمة الهبوط على سطح القمر. وتم إطلاقها صباح يوم ١٦ يوليو عام ١٩٦٩، فى تمام الساعة التاسعة والدقيقة الثالثة والعشرين. وبعد مرور ٧٦ ساعة على لحظة الإطلاق، دخلت أبوللو مدار القمر. وكانت هناك كاميرا تليفزيونية مثبتة على سطح المركبة القمرية، ولذلك استطاع العالم بأكمله مشاهدة قائد المهمة نيل ارمسترونج وهو يتسلق للخروج من المركبة على السلم فوق سطح القمر المنخفض الجاذبية، واستطاع الناس فى أنحاء الدنيا أن يسمعوا صوته المبحوح مع مركز الإطلاق بهيوستون وهو يقول «هذه خطوة واحدة صغيرة لإنسان، ولكنها تمثل وثبة عملاقة للبشرية» وكما تم فى الرحلات السابقة لها، عادت أبوللو ١١ إلى الأرض بالنزول فى مياه

المحيط، ثم غادر روادها الثلاثة مركبة القيادة وهم يرتدون بدلات النجاة الخاصة بالبحر، حيث تم التقاطهم بواسطة طائرة هليكوبتر. وبعد رحلة أبوللو ١١، قام عشرة رجال بالمشى على سطح القمر خلال خمس رحلات مختلفة، ولكن فى غضون ست سنوات جاءت آخر رحلة مأهولة بطاقم بشرى تقوم بها الولايات المتحدة للفضاء، نظراً لأنها كانت رحلات باهظة التكاليف. ثم أجريت مهمة رمزية بالتعاون مع الاتحاد السوفيتى الذى كانت الولايات المتحدة تنافسه بشراسة فى رحلاته للفضاء الخارجى. وتوقفت الرحلات الأمريكية لمدة ست سنوات مرت دون إجراء أى رحلات للفضاء حتى بدأ برنامج مكوك الفضاء.

٣٤ - جوهانسون يكتشف «لوسى» ٣,٢ مليون سنة

فى عام ١٩٧٣ ، كان دونالد جوهانسون يعيش بمنطقة «عفار» وهى جزء من إقليم هادار بأثيوبيا كأحد أعضاء الحملة البحثية الدولية بالمنطقة. وحقق اكتشافاً جيولوجيا عظيما باكتشافه لحفرية مهمة تتمثل فى عظام ساق لكائن شبيه بالإنسان قدر عمرها بثلاثة ملايين عام. وأوضح شكل وحجم العظام أن مثل هذا الإنسى كان يسير فى وضع رأسى، وبذلك كان الاكتشاف يمثل أقدم إنسان تسجله المراجع العلمية فى العالم. وقد ساعد هذا الكشف جوهانسون فى الحصول على الاعتمادات المالية الكافية لاستكمال أعمال الحملة الجارية فى إقليم عفار. وفى ٣٠ نوفمبر عام ١٩٧٤ ، اكتشف جوهانسون وأحد زملاءه من أعضاء الحملة البحثية عظاماً صغيرة من فرد واحد، ورغم كونها لكائن شبيه بالإنسان أيضاً، إلا أنها بدت مختلفة فى تلك المرة عن كل ما ألفاه. وقد شارك كل من كان معهم بالموقع فى البحث عن أكبر قدر ممكن من هذه العينات حتى أنهم تمكنوا من جمع مئات القطع التى بدت كأجزاء من نفس الجسم الشبيه بالإنسان،

وتمكنوا من تكوين حوالى ٤٠٪ من هيكله العظمى. وأظهرت عظام الحوض أنها لأنثى، وأطلق عليها أعضاء الفريق البحثى «لوسى» اشتقاقًا من أغنية شهيرة لفريق البيتلز فى ذلك الوقت. وتميز رأس لوسى بمخ صغير الحجم، كما لم يتجاوز طولها متراً واحداً. ونظراً للعثور على عظام كلا الجانبين الأيمن والأيسر، فقد أمكن استخدام صور المرآة فى بناء وتجميع ٧٠٪ من هيكلها العظمى. وباستخدام أكثر من تقنية لتحديد تاريخها، تم تقدير عمرها بحوالى ٣,٥ مليون سنة (أما عظام الساق التى عثر عليها جوهانسون من قبل، فقد قدر الباحثون أنها ترجع لحوالى ٤ ملايين سنة). ومع استمرار عمل الفريق بالموقع، وجد عظاماً أخرى، ولكنها كانت لشبيه بالإنسان أحدث تاريخاً، مع بعض الأدوات الحجرية. وبحلول أغسطس عام ١٩٧٦، لم تعد الأحوال السياسية فى أثيوبيا مستقرة، ولذلك كان استمرار أعمال الحفر وإجراء المزيد من الاكتشافات أمراً غير مأمون إن لم يكن مستحيلاً، ولذلك توقفت أعمال الحفر نحو عام كامل. وفى عام ١٩٧٨، اكتشفت مارى ليكى آثار أقدام قديمة ظلت محفوظة فى الأرض حول ما كان يعرف فى وقت من الأوقات بحفرة الماء

بمنطقة «ليتولى» بتنزانيا. وأوضحت هذه الأقدام وجود رئيسيات قديمة صغيرة الحجم هناك كانت تمشى على قدمين. وقد عاد هذا الاكتشاف بالرئيسيات التى تمشى على قدمين إلى أحقاب زمنية أقدم مما كان يعتقد. وقام جوهانسون وزميله تيم وايت بمقارنة مكتشفاتهم بمنطقة عنار بأثيوبيا بما اكتشفته «ليكى» بمنطقة ليتولى بتنزانيا وشعروا أن هناك تشابهاً كبيراً فيما بينهما، وأنهما من المحتمل أن يمثلا مرحلة بين القردة والإنسان، وأدرجوهما ضمن طبقة تسمى «أوستر الواشيكاس أفارينسيز» (Australoithecus Afarensis). ورغم أن «ليكى» لم توافقه على هذا الرأى، إلا أن كلا الاكتشافين قد وضعا افتراضاً يظل صامداً لفترة طويلة وهو أن البشر تكون لديهم المخ الأكبر حجما قبل أن يتمكنوا من المشى على استقامتهم.

وبعد عام ١٩٧٤، أدرك العلماء عدم صحة هذا الافتراض بالضرورة، وأن حجم المخ يتطابق جزئياً بين أنواع المخلوقات الشبيهة بالإنسان، كما تتباين أحجام المخ فى الإنسان بدون وجود علاقة واضحة بين حجم المخ ومستوى الذكاء. ويعنى

ذلك أنه كان ينبغى على العلماء أن يعيدوا النظر فى الأسباب التى جعلت الكائنات الشبيهة بالإنسان تبدأ بالمشى على قدمين أو عمودية. وكان المعتقد من قبل أن المخلوقات ذات المخ كبير الحجم بدأت تستخدم الأدوات، كما استخدمت أيديها بحرية، مما ألجأها للسير عمودية على استقامتها، ولكن لوسى تمكنت من السير على قدمين، بل كان لديها يدان تماثلان يدى الإنسان الحديث، وإن لم يظهر دليل على استخدامها لأى أدوات معينة. ويعتقد خصوم جوهانسون ونظرية وايت أن المخلوق متجانس الخواص والتركيب كانت له سلالة منفصلة عن الرئيسيات الأخرى. على أى حال فقد أعلن جوهانسون فى ذلك الوقت أن تفسيره لوضع هذه المخلوقات هو أمر قابل للتغيير عند وجود أدلة علمية أخرى. ولذلك يمكن اعتبار ما توصل إليه جوهانسون - رغم أنه لم يفز بنوبل عنه - واحدا من أهم الاكتشافات فى القرن العشرين، لأنه يلقى الضوء بوضوح على تاريخ البشرية وما سبقها من مخلوقات، كما أنه يختلف بذلك مع ما دعى إليه داروين من الربط بين القردة والإنسان، حيث خلص إلى نتيجة مهمة هى انتماء الكائنات التى سبقت الإنسان لسلالات منفصلة.

٣٥ - اكتشاف دور الاندورفينات

فى أوائل الستينات، كان شو هاو لى الباحث فى مجال كيمياء الأعصاب بجامعة كاليفورنيا بسان فرانسيسكو يقوم بفحص الغدة النخامية من أجل العثور على مواد تساعد فى التمثيل الغذائى للدهن. ونظراً لصعوبة الحصول على كميات كافية من هذه المادة، فقد فكر فى اقتناء نحو ٥٠٠ غدة نخامية جافة من الجمال، إلا أن أجسام الجمال لم يكن لديها أى مواد لتمثيل الدهن، ولذلك قرر الباحث لى عزل مادة حمض أمينى آخر من الغدة النخامية للجمل. هى بيتا إندورفين، ولكنها لم تكن تستطيع الإجابة على الأسئلة التى طرحها، ولذلك فقد وضعها جانباً واحتفظ بها فى معمله.

وفى عام ١٩٧٣، اكتشف مجموعة من الباحثين فى كل من السويد وبالتيمور ونيويورك بشكل منفصل فى نفس الوقت أن المخ به مستقبلات خاصة يمكنها أن تتفاعل مع المواد الأفيونية (مشتقات الأفيون) مثل المورفين. وتميل الأفيونات القوية للارتباط بهذه المواقع بشكل أفضل من

الأفيونات الضعيفة، وبدا ذلك غريباً، فلماذا كانت أمخاخ الناس فى أنحاء العالم تحتوى على مستقبل للمورفين، تلك المادة التى تنتج من زهور نشأت أساساً فى منطقة الشرق الأوسط ؟

وفى عام ١٩٧٥، نشر جون هيوجز وهانز كوستيرلتز اكتشافهما لجزىء حمض أمينى صغير فى أمخاخ الخنازير، وسموا هذا الجزىء - الذى كان يتميز ببعض خواص المورفين - باسم «إنكيفالين» (وهى كلمة لاتينية تعنى داخل الرأس)، كما ساعد فى الإجابة على ذلك السؤال المهم الذى طرحه العلماء من قبل عن سبب احتواء المخ على مستقبلات للمورفين. واعتقد هيوجز أنهم ربما يتمكنوا من استخدام جزىء الحمض الأمينى المكتشف «إنكيفالين» فى قتل أو تسكين الآلام كالمسكنات غير الإدمانية التى تختلف عن المورفين الذى عرف كمسكن قوى له تأثير إدمانى. ولذلك فقد قاما بتجربة هذه الفكرة فى المعمل، ولكنهما صدما وأصيبا بخيبة أمل كبيرة لاكتشافهما أن العكس تماماً هو

الصحيح، حيث كانت قوته فى تسكين الألم ضعيفة، ولكنه كان ذا تأثير إدمانى شديد. وعند عودته إلى سان فرانسيسكو أدرك الباحث «شو هاو لى» أن مادة «بيتا إندورفين» التى قام بعزلها من مخ الجمال تحتوى على «إنكيفالين»، ووضع ذلك أمامه سؤالاً آخر هو: هل لديه شىء ما ليفعله بمفهوم الألم؟ وعندما قام «لى» بحقن مادة إنكيفالين بالمخ، وجد أن قوتها تبلغ ٤٨ مرة قدر قوة المورفين. وعند حقنها فى الأوردة كانت قوتها أشد من المورفين بمعدل ثلاث مرات بجانب تمتعها بتأثير إدمانى أيضاً.

وقد سمح هذا البحث لعلماء الأعصاب بالتوصل إلى حقيقة هامة وهى أن المخ يحتوى على مستقبلات لمسكنات الألم التى تطلقها الغدة النخامية تحت وطأة الضغوط الشديدة. وإذا ما تم إعطاء المرضى مسكنات صناعية للألم مثل المورفين، فإنها تحتل جانباً أكبر من مستقبلات الألم فى المخ. ومع ذلك، يتم إطلاق كميات أقل من مسكنات الألم الطبيعية. وعندما يطرح المصدر الصناعى لتسكين الألم جانباً،

يكون هناك عدد أكبر من مستقبلات الألم خالى، مما يسبب للمريض إحساساً بالحاجة الشديدة للمسكنات مع معاناة أعراض الانسحاب التى يعانى منها المدمنين الذين يخضعون للعلاج من المخدر. ولذلك يعتبر اكتشاف الباحث شو هاو لى من أهم الاكتشافات العلمية فى القرن الماضى لانعكاساته بصورة مباشرة على حياة الإنسان.

٣٦ - اكتشاف الحياة فى أعماق المحيطات

فى عام ١٩٧٧، اكتشف العلماء أن هناك بيئة غريبة تمتلئ بصور الحياة فى أعماق المحيطات التى تصور الناس يوما أنها معتمة وباردة وتخلو من كل صور الحياة. ففى رحلة استكشافية لدراسة أعماق المحيط ودراسة النشاط الحرارى بالماء قام بها الدكتور روبرت بولارد باحث جيولوجيا البحار بالقرب من جزر جالاباجوس بالمحيط الهادى بصحبة فريق من الباحثين فى مجالات رسم قاع المحيطات وكيمياء الأرض، أوضحت أجهزة الاستشعار عن بعد أن هناك تغيرات حرارية مع وجود محاريات كبيرة تحتوى على أنواع من الرخويات التى بدت مبشرة. وذكر الباحث أن حملته كانت تستهدف البحث عن النشاط الحرارى فى أعماق البحار والمحيطات كالذى يوجد بالمتنزه الكبير بمنطقة يلوستون، حيث تنبأ العلماء بوجود ينابيع ساخنة عند الجرف، وذلك بناء على النظرية الجديدة للصفائح التكتونية. وقام الفريق البحثى بالغوص على متن غواصة أبحاث تسمى «Alvin» إلى أعماق كبيرة وصلت إلى ٢٥٠٠ متر تحت سطح مياه المحيط الهادى، حيث كان الحظ

حليفهم ووجدوا ما كانوا يبحثون عنه، بل وأكثر منه. فكانت المياه القريبة من قاع المحيط تضىء وتتلألأ بسبب الفارق بين البرودة والسخونة، كما كانت المياه شديدة السخونة تفيض من فتحات أو منافذ خاصة إلى المياه الباردة فى قاع المحيط التى تبلغ درجة حرارتها ٣ درجات مئوية، ويصاحب هذا المشهد ظهور طبقة من الغبار الأبيض حول منافذ خروج المياه. وفى بعض الأماكن يزداد تجمع ذلك الغبار بشدة حتى تبدو مخارج المياه الساخنة أشبه ما تكون بمداخن تقوم بإطلاق دخان المياه الساخنة الغنية بالمعادن فى قاع المحيط، ومع انخفاض درجة حرارة الماء تدريجيا وبرودته، تتجمد المواد المعدنية التى كانت ذائبة فى الماء الساخن وتستقر على القاع. وشعر الفريق البحثى المشارك فى الرحلة بسعادة غامرة لعثورهم على ما كانوا يبحثون عنه، ولكنهم أصيبوا بدهشة عظيمة بالأشياء الأخرى العديدة والحياة التى شاهدوها وخلبت عقولهم. ولذلك قاموا على الفور بالوقوف بغواصتهم حول مخارج المياه الساخنة والمداخن التى كانت تقذف بين ما تقذف كميات هائلة من المجتمعات الغريبة من الكائنات التى

ضمت سلالات غير معروفة مثل الرخويات والأصداف العملاقة والديدان الأسطوانية الملونة والجمبرى الأعمى الذى ليس لديه أى عيون ليرى بها لعدم حاجته للرؤية فى وجود الظلام، وتحركه بالإحساس والاستشعار فقط. وتساءل العلماء كيف بدأت هذه السلسلة الغذائية حياتها عند هذه الأعماق السحيقة بعيداً عن ضوء الشمس. وكان من الواضح أن الحياة فى هذه المنطقة كانت تعتمد تماماً على مخارج الماء الساخن تلك بما تحمله إليها، لأن المخارج الخاملة غير النشطة كانت تحاط ببقايا الكائنات الميتة فقط. وعندما قام العلماء بالتحليل المعملى لكميات المياه التى جمعوها من مخارج المياه الساخنة، وجدوا أنواعاً من البكتيريا تأكل ملح حامض الهيدروكبريتيك المسمى «سلفايد»، ومن المعروف أن هذه البكتيريا يوجد شبيه لها فى الينابيع الساخنة الموجودة على سطح الأرض.

وكانت هذه البكتيريا بما تأكله تمثل المصدر الأساسى لغذاء الكائنات الأكبر حجما. وكانت مادة السلفايد الموجودة بالمياه المعدنية تأتى من الينابيع الساخنة، وكان الباحثون يشكون فى أن درجة حرارة الأرض ذاتها كانت تعمل كمصدر أساسى للطاقة.

واستكمالا لهذه النتائج، قرر عدد آخر من العلماء العودة مرة أخرى لدراسة هذه المخارج المليئة بالحياة ووجدوا أعداداً كبيرة منها فى المحيط الأطلسى. ومن الغريب أن الفريق الأول الذى توصل إلى هذه النتائج المهمة لأول مرة لم يكن يضم فى صفوفه أى باحثين فى مجال البيولوجيا، لأنهم كانوا يبحثون فى قضايا جيولوجية نظرية وعملية. فأراد المهتمون بقضايا التعدين على سبيل المثال أن يعرفوا ما إذا كانت البحار والمحيطات تحتوى على مستودعات للمعادن المختلفة بها أم لا، ولذلك فقد تم إجراء معظم الدراسات التالية على أعماق البحار منذ هذا التاريخ بواسطة فرق من الباحثين البيولوجيين، حيث اقترحت النتائج التفصيلية التى توصلوا إليها أن الحياة على هذا الكوكب الهش الصغير «الأرض» ربما تكون قد بدأت فى قاع البحار والمحيطات. وتعد هذه النتائج بالطبع من الأهمية بمكان بالنسبة لمستقبل حياة الإنسان على سطح الأرض.

٣٧ - الإنترنت يفتح ثورة الاتصال
فى القرية الكونية - ١٩٩٢

كشف إطلاق القمر الصناعى السوفيتى فى عام ١٩٥٧ النقاب بشكل فجائى عن القدرات التكنولوجية للاتحاد السوفيتى، وشجع التنافس بين القطبين إبان الحرب الباردة الولايات المتحدة على الدخول فى السباق المحموم مع الاتحاد السوفيتى. ولذلك قام الرئيس الأمريكى أيزينهاور فى غضون هذه الفترة بوضع الأساس لمشروع أول هيئة علمية للأبحاث المتقدمة، وهى منظمة ضمت فى عضويتها عددا كبيرا من كبار العلماء الأمريكيين الذين قاموا فيما بعد بتطوير أول قمر صناعى أمريكى ناجح خلال أقل من عامين. وفى عام ١٩٦٩، بدأ مشروع هيئة الأبحاث المتقدمة يركز على تكنولوجيا الاتصالات بما فى ذلك شبكات الكمبيوتر، خاصة تلك التى كانت تعانى من العجز ولكنها كانت ما تزال تعمل فى عدد من المجالات المختلفة مثل المجال العسكرى. وفكر باحثو هيئة الأبحاث المتقدمة فى التعاون مع الجامعات والهيئات البحثية الأخرى فى أنحاء الولايات المتحدة، وفى بداية

السبعينات من القرن العشرين، أصبحت شبكة الاتصال التى تربط كل الباحثين داخل الأبنية والمواقع المتباعدة هى شبكة مشروع هيئة الأبحاث المتقدمة.

وفى بداية الثمانينات، تم استخدام شبكات الكمبيوتر بالمناطق المحلية فى الأعمال التجارية والصناعية، وبنيت شبكات أخرى على نطاق أكبر حجما باستخدام نفس البروتوكولات أو الأنظمة الموضوعة لشبكة مشروع هيئة الأبحاث المتقدمة. وقامت المؤسسة القومية الأمريكية للعلوم ببناء أهم وأكبر هذه الشبكات فى الولايات المتحدة. ومع أواخر الثمانينات، قامت المؤسسة بإنشاء خمسة مراكز للحاسبات العملاقة واشتركت الجامعات ومراكز البحوث فى حجز فترات زمنية عليها. وبهذه الكيفية تكونت شبكات إقليمية لجعل الاتصال بالكمبيوتر الرئيسى أكثر فاعلية، وساعد ذلك على تكوين سلسلة من الحاسبات التى يتصل كل منها بالآخر من ناحية وتتصل جميعها بالمركز الرئيسى من ناحية أخرى فى إطار شبكة كبيرة، حيث أصبح الاتصال بالأطراف الأخرى المكونة للشبكة من الأهمية بمكان مثل الاتصال بالكمبيوتر الرئيسى تماماً.

وعلى صعيد آخر فى أوربا، كان باحثو معمل «سيرن» فى مجال طبيعة الجزيئات يحاولون حل مشكلة الاتصال بين أجهزة الحاسبات الخاصة بهم بتكوين شبكة للاتصال فيما بينهم، وتمكن الباحثون خلال النظام الموضوع من استخدام أساليب فنية مختلفة وأنظمة ومعدات جعلت الاتصال بين حاسباتهم عملية بالغة التعقيد. وفى عام ١٩٨٠، كتب الباحث «تيم بيرنرز لى» المستشار بمعمل أبحاث سيرن برنامجا تحت اسم «استعلم عن كل شىء خلال أى شىء» جعل الاتصال ممكنا بين أى نقطتين داخل النظام أو الشبكة. وبعد مرور ٩ سنوات، كتب «بيرنرز لى» مقترحا بحثا باسم: «معالجة المعلومات»، وبدلا من تنميط المعدات أو البرامج، قام بوضع معايير للبيانات ونظام عناوين كونى بحيث أصبح من الممكن بهذه الطريقة استعادة أى مستند فى الشبكة ومطالعته.

وفى عام ١٩٩٠، كانت معامل سيرن تمثل أكبر شبكة إنترنت فى أوربا. وعلى مدى العامين التاليين تم تداول الاقتراح السابق ومراجعته، مما أدى لإنتاج برنامج مطور وأطلق عليه اسم

الشبكة العالمية للاتصالات. ووصف أحد الخبراء هذه الشبكة بأنها منتج جانبى للأجندة العلمية لمعامل سيرن.

وفى عام ١٩٩٢، ظهرت الشبكة العالمية للاتصالات ووزعت وتم إخراج برنامج يشرح ويفسر طريقة استعمال الشبكة فى أنحاء معامل سيرن بأوربا وخارجها. وفى شهر نوفمبر من ذلك العام كان هناك ٢٦ مركزاً تابعاً للشبكة تعتمد عليهم فى خدمة راغبى الاتصال، وأصبح كل ما هو مطلوب من راغبى الاتصال خلال الشبكة مجرد شرح بسيط لطريقة الاستعمال. وكانت برامج الشرح الأولى وظيفية ولم تكن مفتوحة أمام أى مستخدم بالمجان. ثم ابتكر أحد المبرمجين الشبان وهو مارك أندريزن بالمركز القومى لتطبيقات الحاسبات العملاقة برنامجا جديداً يشرح بطريقة مبسطة وبرسومات توضيحية كيفية استخدام الشبكة بمجرد تحديد نقطة والضغط على الفأر. وسمى مارك أندريزن وزملاؤه الذين عملوا معه فى وضع هذا البرنامج التوضيحى لطريقة استخدام الشبكة اسم «موزايك»، وقاموا بإطلاق نسخا مجانية عديدة من هذا البراوزر فى شهر أغسطس عام ١٩٩٣ لاستخدامها على برنامجى «وندوز

وماكنتوش». وتفجر الاهتمام العالمى بالشبكة، خاصة فى المجال التجارى مع دخول برنامج «موزايك» حيز التنفيذ. وبحلول شهر أكتوبر من عام ١٩٩٣، كان هناك أكثر من ٢٠٠ موقع لخدمة الشبكة، وبنهاية عام ١٩٩٣، كان يتم إنزال برنامج موزايك على أجهزة الكمبيوتر من المركز القومى لتطبيقات الحاسبات العملاقة بمعدل ١٠٠٠ نسخة يومياً. وفى شهر يونيو من عام ١٩٩٤، كان هناك ١٥٠٠ موقع لخدمة الشبكة. وفى يوليو عام ١٩٩٦، زاد عدد مستخدمى الشبكة من ١,٧٧٦ مليون خلال ٢٦ ألف مقدم خدمة إلى ١٢,٨٨١ مليون خلال ٤٨٨ ألف مقدم خدمة. وفى شهر يوليو عام ١٩٩٦، تجاوز عدد مقدمى خدمة الإنترنت ٣ مليون مركز أو شركة، ووصلت جلسات استخدام الإنترنت فى آخر سنوات القرن العشرين إلى أكثر من ١٥,٧ بليون جلسة. وفى حقيقة الأمر فإن شبكة الإنترنت تذكرنى بالأيام الأولى لصناعة أجهزة الكمبيوتر الشخصى ودخولها التدريجى حيز الاستخدام، حيث شهدت أعداد أجهزة الكمبيوتر الشخصى المستخدمة قفزات لم يتوقعها أحد كما شهدت قدرات الأجهزة وطاقتها الاستيعابية تطوراً لم يتوقعه أى خبير أو باحث فى أنحاء العالم.

٣٨ - اكتشاف الجينات المسئولة عن سلوك الفرد

حاول العلماء دوما الربط بين السلوكيات الشخصية للفرد والعوامل الوراثية أو الجينات، ولكنهم لم يتمكنوا من التوصل إلى نتيجة ملموسة فى هذه القضية حتى تمكن فريق من الأطباء الأمريكيين من إجراء أول دراسة من نوعها فى العالم تربط بين الوراثة والشذوذ الجنسى. ففى بداية التسعينات اكتشف باحث الوراثة البشرية الدكتور دين هامر أن هناك ارتباطاً بين الشذوذ الجنسى عند الرجال وارتفاع معدل أحد الدلالات فى الحامض النووى على الكروموزوم إكس، وذلك مقارنة بالمعدلات الطبيعية التى أخذت بطريقة عشوائية من الأسوياء. ونظرت الدراسة بعمق كبير للتاريخ العائلى على الحامض النووى للرجال الشواذ.

ووجد الباحثون أن هناك جزءاً دقيقاً من الكروموزوم إكس يبدو متفقا تماماً عند نسبة عالية جداً من أخوة الشواذ. ولم يجد فريق الدكتور هامر ما يمكن أن يسمى باسم «جين الشواذ»، ولكنهم وجدوا دليلاً يقترح وجود مثل هذا

الشيء. وقد نشرت هذه النتائج فى عدد شهر يونيو من مجلة العلوم الأمريكية فى عام ١٩٩٣، كما تناولت الصحف الأمريكية القضية بعناوين مختلفة تراوحت بين المضمون الجاد والعناوين الساخرة.

وظهرت هذه المقالات إبان الحملة الترشيحية للرئيس كلينتون وجهوده لدفع سياسة جديدة تسمح بالتحاق الشواذ بسلك الخدمة العسكرية. وكان أهم ما توصل إليه هامر وآخرون غيره هو أن «موروثات السلوك» وبصفة خاصة السلوكيات الجنسية هى قضية مشحونة عاطفياً وسياسياً. وبنفس القدر من الجدل، تمت مناقشة قضية الذكاء وما إذا كانت هناك جينات خاصة به. وفى حقيقة الأمر فقد ساعد الكروموزوم إكس على كشف جينات ترتبط بالنشاط الفكرى بدأت باكتشاف متلازمة الكروموزوم إكس الهش، وهو أحد أشهر صور التخلف العقلى انتشاراً، حيث يعد ثانى مرض وراثى حدوثاً بعد متلازمة داون، أكثر الأمراض الوراثية حدوثاً بين الغربيين. وقد تمكن العلماء من التعرف على الجين إكس الهش على الرغم من أنه لم يكن مفهوماً بشكل كامل. وهو ليس جين يتحكم فى الذكاء

أو يرتبط به، ولكنه جين يتحكم فى تطور الجنين داخل رحم أمه. كذلك تكشف متلازمة داون دور الجينات الداخلة فى تطور العقل، ويولد معظم المصابين بمتلازمة داون ولديهم نسخة إضافية من أحد الكروموزومات. ويصل هذا الفرق إلى أقل من ٢ ٪ من عدد الكروموزومات، ولكنه يسبب إعاقة كلية للعقل بجانب بعض المشاكل الفسيولوجية. ويعتقد أن نصف عدد الجينات الموروثة من الوالدين والتى تتراوح بين ٥٠ إلى ١٠٠ ألف جين تشترك فى تطور مخ الفرد، ولكن «الطبيعة» تمثل جزءاً من الصورة. وتتسبب التواءاتها اللانهائية وتحولاتها واختلافاتها فى جعل التطور الإنسانى بعيداً عن الاستقامة أو الثبات والنمطية.

وقد ساعد التقدم فى فهم مرض الزهايمر على حدوث دفعة قوية للاكتشافات فى مجال علاقة الجينات بسلوك الفرد، على غرار ما يحدث فى أمراض القلب، فقد يكون لدى الفرد جين يتنبأ بتعرضه أو تعرضها لأعراض المرض. ففى بعض الحالات قد يكون حدوث الأعراض المرضية بصرف النظر عن سلوكيات الفرد، ولكن فى معظم الحالات يكون هناك تأثيرات

بيئية أو نمط حياة وراء الإصابة بالمرض. فمن الممكن أن يسبب تناول المواد الدهنية والأطعمة المشبعة بالدهن تصلب الشرايين، كما يمكن أن يسبب الإكثار من شرب المياه الغنية بعنصر الألومونيوم فى تكوين مواد شبيهة بالنشا فى المخ، وهى حالة طبيعية تسبب عته الشيخوخة ومرض الزهايمر. وتثير الرابطة الوراثية للشذوذ الجنسى ومتابعة المعلومات المنشورة عن كل جين بشرى قضايا أخلاقية وعملية للبحث عن جينات أخرى ترتبط بالعنف والعدوانية والخجل والذكاء والأمور السلوكية الأخرى.

٣٩ - كشف علمى كبير لم يكتشفه عالم

من الطبيـعى أن يكون وراء أى كـشف علمى جـديد جهوداً مكثفة لواحد أو أكثر من البـاحثين، أما إذا كان وراء الكشف رجل عادى أو رجل وسيـدة من عامة الناس، فإن الأمر يكون غير طبيعى، وهذا هو ما حدث عند اكـتشاف رجل الثلج أو ما سمى فى المراجع العلمـيـة الأجنبية باسم «آيس مان» الذى تم اكتشافه يوم ١٩ ابريل عام ١٩٩١ على يد رجل يدعى هيلمـوت وفتـاة تدعى إيريكا سـايمون أثناء قيامهما برحلة لتسلق جبال الألب. فقد حدث أثناء سيرهما على ارتفاع ٣ كلم بمنطقة بين النمسا وإيطاليا ولكن أقرب إلى الحدود الإيطالية منها إلى النمسـاوية أن شاهدا شيئاً بنى اللون به أجزاء صـفراء وكان ممدداً داخل حـفرة أو أخدود صخرى مملوء بالثلج المتجمع فوقه بقع الماء، فظناه فى البداية لعبة عروسة قد سقطت من أحد متسلقى الجبل وهطلت عليها المياه والثلوج، وبالمرور حول الحفرة شاهدا جسد الرجل ممددا ومدفوناً بحالة سليمة تماماً داخل الثلج وكان شعره هو الجزء

الأصفر والثياب هى البنية اللون. واستنتجا أن تكون الجثة لرجل سقط وهو يتسلق الجبال وأصيب منذ مدة بسيطة لا تتجاوز أيام أو أسابيع ولم يستطع النهوض فغطته الأمطار والثلوج فى نهاية موسم الشتاء المنتهى. وعلى الفور قاما بإبلاغ السلطات النمساوية بما شاهداه تفصيلاً وحدداً موقعه بدقة، فأرسلت السلطات النمساوية فريقا من الشرطة مع طبيب شرعى على متن طائرة هيليكوبتر صباح يوم ٢٣ إبريل وهبط الفريق بالقرب من الحفرة الصخرية وبدءوا فى تكسير الثلوج من فوق الجثة وإزالتها للكشف عن الجثة وتوالت المفاجآت، إذ اكتشفوا أن الرجل لا ينتمى إلى هذا العصر بأى حال من الأحوال، وظهر ذلك بوضوح من ملابسه التى كانت مصنوعة من جلد الحيوان، وكذلك من الأدوات التى كانت بصحبته والتى تمثلت فى قوس لرمى السهام وجعبة بها ١٤ سهم وبلطة حديدية وخنجر وبعض قطع الملابس التى تنتمى لذلك العصر القديم الذى لم يتمكنوا لأول وهلة من تحديده بدقة. ولذلك قاموا بحمل كل ما وجدوه معهم إلى معامل الطب الشرعى

حيث خضعت للتحاليل المعملية الدقيقة، وفى هذه الفترة علمت الحكومة الإيطالية بما حدث من قيام السلطات النمساوية بالتنقيب والكشف عن أشياء تقع فى نطاق أراضيها، فقدمت احتجاجًا لحكومة النمسا وطالبت باستلام جثة الرجل ومقتنياته، ونظراً لمصداقية هذا الاحتجاج لتحقق الاكتشاف بمنطقة قريبة من الحدود الإيطالية، وافقت النمسا على إعادته ولكن بعد استكمال الأبحاث والخروج بالنتائج، ووافقت إيطاليا. وخرجت النتائج توضح أن هذا الرجل كان يمتهن واحدة من ثلاث مهن إما الزراعة أو الصيد أو الرعى، وكان مصابا بكسر فى أحد أضلاعه اليمنى نتيجة للضرب، مما يوحى بأنه كان يحاول الهرب أثناء مطاردته لارتكابه عملاً أغضب قبيلته، حيث كان نائماعلى الضلع المكسور وعلى وجهه علامات التألم. وأكدت نتائج تحليل الحامض النووى التى أجريت على دمه وأنسجته أنه ينتمى إلى إحدى القبائل الإيطالية القريبة من موقع اكتشافه فعلاً وظهر ذلك بوضوح عند مقارنة الشريط النووى له بكل من النمساويين والإيطاليين

الذين يعيشون بالقرب من منطقة اكتشافه، وعندئذ تأكدوا بالفعل أنه إيطالى وأن من حق إيطاليا استرداده، أما عن عمره، فتم تقديره بتحليل ثلاث عينات من العظام بالكربون المشع، وهى الطريقة المعتمدة علميا فى تقدير أعمار الحفريات القديمة. وأظهر متوسط نتائج تحليل العينات الثلاث أنها ترجع إلى الفترة من ٣٣٥٠ إلى ٣١٥٠ سنة قبل الميلاد مما يعنى أن عمره يقدر بحوالى ٥٢٠٠ سنة تقريباً فى المتوسط. وهنا تظهر الأهمية العلمية والتاريخية كأول إنسان يتم العثور عليه بحالة سليمة تماماً . ومن العجيب أن الدراسات الجوية التى أجرتها هيئة الأرصاد النمساوية أكدت أن العوامل الجوية بهذه المنطقة لعبت دوراً عظيماً فى الحفاظ على جسد إنسان الثلج وحمايته من التلف حتى تم العثور عليه. وأظهر تحليل الأرصاد أن البرد ظل يتساقط فوق الجثة عقب الوفاة فى الحفرة التى كان عمقها يبلغ حوالى متر، مما أدى إلى تغطيته بطبقة من الجليد عملت على حمايته من الحيوانات، ثم تلى ذلك فترة من سقوط الأمطار وتجمع المياه بارتفاع كبير فى الحفرة التى

تجمدت بعد ذلك وظلت كذلك فى ظل استمرار الانخفاض فى درجات الحرارة حتى تم العثور عليه. كذلك أوضحوا أن الحالة الجوية لم تكن ملائمة فى يوم من الأيام طوال هذه القرون الطويلة بما يسمح بالكشف عن جثة إنسان الثلج أكثر مما كانت عليه فى ذلك الأسبوع الذى حقق فيه هيلموت وإيريكا هذا الاكتشاف الذى حظى باهتمام كبير وجدل واسع بين العلماء والعامة فى مختلف أنحاء العالم، لأنه كشف النقاب لأول مرة عن طبيعة الحياة والنشاط البشرى خلال حقبة بعيدة من الزمن.

٤٠- زويل يبتكر أسرع طريقة لرصد حركة الذرات أثناء التفاعلات الكيميائية

في عام ١٩٦٧، تخرج الشاب أحمد زويل من كلية العلوم جامعة الإسكندرية بتقدير امتياز مع مرتبة الشرف، ولذلك تم اختياره معيداً بالكلية ليبدأ رحلته العلمية مع بحوث الكيمياء، وفي عام ١٩٦٩، حصل على درجة الماجستير من نفس الكلية، وكان زويل منذ نعومة أظفاره يتمنى أن يكون عالما، حتى أنه كتب على باب غرفته وهو طالب في المرحلة الثانوية بمدرسة دسوق الدكتور زويل. ولذلك كان طموحه أكبر من الحصول على الماجستير والدكتوراة، ولذلك سعى للبحث عن منحة للحصول على درجة الدكتوراة من إحدى جامعات أمريكا. وفي نفس العام جاءته منحة من جامعة بنسلفانيا، حيث حصل فيها على درجة الدكتوراة عام ١٩٧٤، وهنا انطلق طموحه أكثر فأكثر وتنافست عليه الجامعات لاستقطابه، وقرر الانتقال إلى جامعة بيركلي بكاليفورنيا حيث عين أستاذاً مساعداً للكيمياء الفيزيائية بكلية كالتك في عام ١٩٧٦. وفي عام ١٩٨٢، تمت ترقيته إلى

درجة أستاذ للكيمياء بها، حيث بدأ يهتم بدراسة الدقائق الصغيرة والعمل داخل الأشياء المتناهية الصغر مثل الذرة ورصد ما يحدث بها، وبالطبع كانت الثانية تمثل له زمناً كبيراً جداً بالنسبة لحركة انتقال الذرات أثناء التفاعلات الكيميائية. ولذلك اتجه زويل بأفكاره إلى كيفية تحقيق أفضل استخدام ممكن لوحدات الزمن المتمثلة فى الثوانى عن طريق الاستعانة بأجهزة ليزر البيكوثانية الموجودة فى كلية كالتك بهدف تخطى هذا الحاجز الزمنى والوصول إلى آلة يمكنها التصوير عند لحظة زمنية أسرع من البيكوثانية (وهو وحدة قياس زمنى أصغر من البيكو). حيث تقدر هذه الوحدة بنحو جزء من مليون بليون جزء من الثانية. ومن المعروف أن التفاعلات الكيميائية تتم بسرعات متباينة تزداد بزيادة درجة الحرارة. وبصفة عامة، لكى يحدث التفاعل يجب أن تتخطى الجزيئات حاجز الحالة الانتقالية بتنشيط الجزيئات لكى تنكسر الروابط وتتكون روابط أخرى. وقد بدأت محاولات التعرف على الحالة الانتقالية منذ بداية القرن العشرين عندما حصل العالم أرهينيس على جائزة نوبل فى الكيمياء فى عام ١٩٠٣ لوضعه

معادلة خطية للربط بين سرعة التفاعل لعدد من الجزيئات مجتمعة بدرجة الحرارة، ثم وضع العالمان بولانى وإيرينج، وهما من الحاصلين على نوبل أيضاً، نظرية جديدة تعتمد على سرعة جزىء واحد على أساس أن الحالة الانتقالية يتم تخطيها بسرعة شديدة فى نطاق زمنى صغير لاهتزاز الروابط فى الجزىء. وحينئذ لم يكن أحد من العلماء يحلم بالعمل فى هذا النطاق الزمنى ليرى ما يحدث فى رابطة واحدة، لكن العالم الدكتور زويل تمكن من تحقيق ذلك فى منتصف العقد الأخير من القرن العشرين، حيث أجرى عدد من التجارب توصل خلالها إلى نطاق بحثى جديد هو نطاق «الفيمتوثانية» وتمكن عن طريق تكنولوجيا متطورة تتمثل فى آلة ضغط ومضات الليزر من التقدم خطوة إلى الأمام واختراع أسرع طريقة لرصد كسر الروابط فى جزىء ثلاثى الذرات فى زمن الفيمتوثانية وهو زمن أقل بمقدار ألف مرة من البيكوثانية وهو الزمن الذى تستغرقه اهتزازه واحدة للذرات فى الجزىء، وقد استخدم الدكتور زويل فى سبيل ذلك طريقة تسمى أسلوب الإثارة والرصد الإشعاعى بشعاعى ليزر نبضى لكل شعاع لون

مختلف الأول شعاع الضخ والثانى شعاع الرصد. ويسبب امتصاص شعاع الليزر بصورة انتقائية وصول الرابطة المعدنية إلى حالة تسمح بكسرها وانطلاق الذرات بعيداً عن بعضها. وبذلك يصبح الجزىء مهيئًا للتفاعل مع ما يحيط به من جزيئات ولكن بشكل انتقائى فى المكان الذى تم كسره. أما شعاع الرصد فهو نبضى ضعيف يقوم برصد حركة الجزىء عند حدوث هذه الاهتزازات، حيث يتزامن رنين شعاع الليزر مع رنين اهتزاز الروابط فى الجزىء كما لو كان يتم تسجيل فيلم باستخدام كاميرا. وهكذا يتم رصد الشق الجديد للجزىء المكسور من زمن تلاحق الومضات ومشاهدة ما حدث من تغير فى رابطة الجزىء الأصلى. وعن طريق تغيير سرعة شعاع الليزر، تمكن الدكتور زويل من إطالة زمن الاهتزازة فى كل حالة لتلحق بها نبضة الليزر التالية قصيرة العمر ولترفع طاقة الاهتزاز إلى حالة أعلى، ومع تراكم الطاقة تنكسر الرابطة. وقد وجد أن الاهتزازات فى روابط الجزيئات المختلفة تتم كلها فى شق واحد عندما تمتص أشعة الليزر النبضة فى زمن الفيمتو ثانية. وتفتح هذه الطريقة العبقرية التى استطاع زويل أن يرصد

بها التفاعلات الكيميائية فى الحالة الانتقالية الطريق لمعرفة كيفية تكوين المركبات الكيميائية بشكل انتقائى وتحولها لمركبات أخرى، الأمر الذى ينعكس على العديد من التطبيقات ذات الأهمية الحيوية مثل التخليق الضوئى فى النبات وتخليق مركبات دوائية جديدة بالتحكم فى التركيبات والأشكال الفراغية للجزيئات الكيميائية لزيادة فاعليتها واستنباط أدوية جديدة تناسب المستقبلات الحيوية داخل الخلايا الحية التى تعمل بنظام شديد الدقة، مما يقلل من فرصة حدوث تفاعلات جانبية متوقعة. كذلك تفتح نتائج أبحاث الدكتور زويل المجال أيضاً لتصنيع مواد فائقة التوصيل الكهربى. وهى مواد لها خواص مميزة تستعمل فى تخزين المعلومات بسرعات فائقة، وكذلك تصنيع وحدات الطاقة الشمسية، كما يمكن اعتبارها مواداً حفزية تساعد فى تخليق مركبات كيميائية ذات جهد تطبيقى متكامل مع التقنية الحديثة. وترجع أهمية هذا الكشف العلمى الكبير إلى أنه يساعد فى رصد حركة الذرات أثناء انتقالها خلال التفاعلات الكيميائية نظراً لأن ذلك يحتاج إلى أجزاء من الزمن متناهية الصغر وباستخدام تقنية التصوير التوقيفى (أى إيقاف حركة الصورة).

ونستطيع القول أن اختراع الآلة التى يمكنها رصد الذرات وهى تتحرك بسرعة البيكو أو الفيمتو ثانية قد أدى إلى مولد علم جديد وعالم جديد يسمى علم الفيمتوثانية فتح الباب على مصراعيه أمام العلماء للتعرف على أسرار الخلية والتفاعلات المختلفة وتركيب المادة وابتكار مواد وعلاجات جديدة لإنقاذ حياة البشر، كما تولدت لدى العلماء فى العالم قناعة كاملة بأن الفيمتوثانية سيؤدى لتطورات علمية واكتشافات لا يعرف العقل البشرى مداها. واستشعاراً من الأكاديمية السويدية للعلوم بأهمية النتائج التى يمكن أن تترتب على هذه الاكتشافات العلمية، قررت منح الدكتور أحمد زويل جائزة نوبل فى الفيزياء. وكأنما رفض القرن العشرين أن يطوى آخر صفحاته قبل أن يسجل واحدا من أكبر الإنجازات العلمية فى القرن العشرين لعالم من أبناء مصر.

٤٢ - العقار الذى انحرف عن مساره، فعالج نصف سكان الأرض!!!!

فى تاريخ الطب والدواء منعطفات عجيبة، حيث إن فائدة العقار قد تكون غافلة عن مبتكريها أنفسهم، ولكن مع مرور الزمن تتكشف الحقائق المرتبطة بها ويدرك العلماء والباحثون أهميتها بعد أن يصيبهم الإحباط واليأس من فائدتها فى مبادىء الأمر. ولعل أبرز نموذج يوضح ما نريد أن نقوله، عقار سيلدينلفيل سيترات الذى قامت شركة فايذر الأمريكية بتركيبه بفرعها بلندن فى الستينيات من القرن العشرين لِيُستخدم كعلاج لضغط الدم المرتفع، ولكنه لم يحقق النتيجة المرجوة منه مقارنة بالعقاقير الأخرى التى كانت تستخدم فى تلك الفترة، ولكن بعض الأطباء المشرفين على التجارب الإكلينيكية للدواء سجلوا بين ما سجلوه من ملاحظات عن الدواء من المرضى أنهم شعروا بتحسن فى قدرتهم الجنسية، أو زيادة فى إحساسهم بالرغبة الجنسية فحسب، كما لاحظوا أن جميع المرضى رفضوا إعادة الأقراص المتبقية معهم رغم إيقاف

التجارب الجارية على الدواء بحجج مختلفة مثل ضياع الأقراص أو فقدها؛ ولذلك قفلت ملفاته منذ ذلك الحين، وظل الأمر كذلك حتى منتصف الثمانينات، عندما استوقفت الملاحظات السابقة المسجلة عن العقار باحثو الشركة وبدءوا يفكرون في استخدامه مرة أخرى، ولكن مع التركيز على تلك الملاحظة بعينها بتجربته فى علاج الضعف الجنسى عند الرجال، وأخذ الباحثون فى حسبانهم أن احتمال نجاح المركب المذكور فى تحسين حالة الضعف الجنسى أو زيادة قدرة ورغبة الرجال الجنسية إذا تحقق، فمن المؤكد أن ذلك سيكون بمثابة ثورة جديدة فى علاج تلك المشكلة لعدة أسباب، أولها: إنه لم يكن هناك حتى آواخر الثمانينات من القرن العشرين أى دواء لعلاج الضعف الجنسى فى العالم، وكل ما كان يحدث هو أن يكتم المريض مشكلته فى نفسه ولايفصح عنها لأى إنسان، ويلجأ للسحرة والمشعوذين والدجالين لحل مشكلته بوصفات شعبية ليس لها أى أساس من العلم، مثل المواد المخدرة والخمر وغيرها. ولما كانت التجارب الأولية قد أكدت سلامته على الإنسان وخلوه من السمية والأعراض الجانبية

الخطيرة، لذلك فكر الباحثون فى تجربته مباشرة على عدد محدود من المرضى فيما يعرف بتجارب المرحلة الثالثة، وعندما تأكدت فاعليته، أصبح من الضرورى الدخول فى المرحلة الرابعة بتجربته على أعداد كبيرة من المرضى فى بعض دول العالم، وهنا تأكدت فاعلية العقار وسلامته فى مستوى جغرافى واسع، وأكدت تجارب المرحلة الأخيرة التى استمرت بضع سنوات أن الأعراض الجانبية التى يمكن أن يتعرض لها المريض لا تساوى شيئاً بالنسبة لتأثيره الفعال فى علاج مشكلة الضعف الجنسى، ولذلك كان المؤتمر السنوى للجمعية الأمريكية للمسالك البولية المنعقد فى سان دييجو بالولايات المتحدة فى عام ١٩٩٨ بمثابة نقطة انطلاق للمارد الذى خرج من القمقم، ليعلن عن وجوده تحت اسم «فياجرا». ومن العجيب أنه لم يكد العقار يعلن عن نفسه، حتى أعلن ملايين البشر لأول مرة فى التاريخ عن مشكلتهم مع الضعف الجنسى بصراحة، وكأن عقار الفياجرا كان بمثابة الطلقة التى كشفت عن الحجم الحقيقى لمشكلة الضعف الجنسى بين الرجال فى العالم، وكان الله لم يشأ أن يطوى القرن العشرين آخر صفحاته دون أن يجد حلا

لمشكلة الضعف الجنسى التى لم يشأ الرجال فى غياب أى علاج للمشكلة أن يعلنوا عن وجودها بصراحة. ومنذ ذلك التاريخ وحتى الآن تتزايد أعداد الوصفات الطبية للعقار فى عيادات المسالك باستمرار من ٤ مليون وصفة طبية فى العالم الأول إلى أكثر من ٢٠ مليون فى العام الماضى، واقتربت أعداد الوصفات الطبية الخاصة بالعقار على مدى السنوات الثمانية الماضية من ١٧٠ مليون وصفة كتبها أكثر من ٦٠٠ ألف طبيب فى ١٢٠ دولة بأنحاء العالم. ونستطيع القول إن شركات الدواء فى العالم بدأت مع خروج عقار الفياجرا تنظر إلى مشكلة الضعف الجنسى للرجال بنظرة جديدة تعتمد على العلم والبحث العلمى الجاد، ولذلك شهدت السنوات الثمانية الماضية محاولات كثيرة لإخراج منتجات منافسة للفياجرا كان بعضها جاد مثل محاولة شركة إيلليلى الفرنسية والتى أسفرت عن خروج عقار «سيالس»، أما معظم الجهود الأخرى فكانت لتقليد عقار «فياجرا»، لمجرد إنتاجه بتكلفة أقل، ونستطيع أن نقول إن شركات دواء كثيرة فى دول العالم النامى تنافست فى

هذا الاتجاه لتغطية احتياجات مرضاها من المصابين بالضعف الجنسى والذين يعجزون عن شراء العقار الأصلى المرتفع الثمن نسبيا. ولما كنا نتكلم عن أهم الاكتشافات العلمية والاختراعات التى أثرت فى حياة البشر فى القرن العشرين، فلابد أن نذكر عقار فياجرا كأحد أهم هذه الاكتشافات

مطابع الدار الهندسية/القاهرة
تليفون/فاكس : (٢٠٢) ٥٤٠٢٥٩٨